La réhabilitation des carrières et sablières

un coup de main à l'environnement

Québec

85-3889/

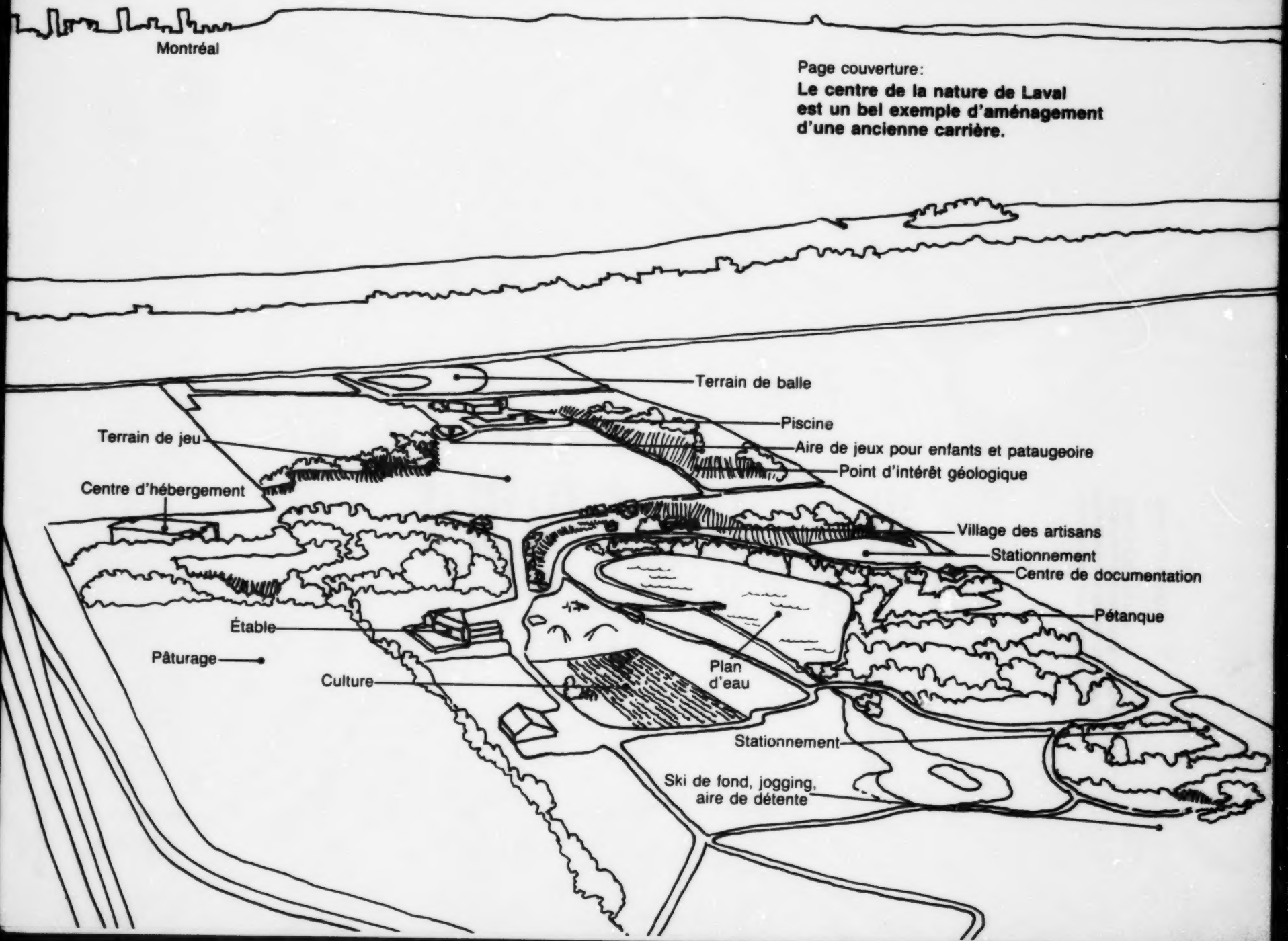
Recherche
Daniel J. Boivin
Dactylographie
Gisèle Béchard
Odette Bélanger
Révision linguistique
Martine P. Gagné
Publication
Jean-Jacques Savard
Supervision technique
Pierre Vézina
Mario Daigle
Illustration
Thierry Gros
Coordination du projet
Denis Bernatchez

Reproduction autorisée avec
identification de la source

Document produit par le Service de l'éducation
en collaboration avec la Direction de la gestion
des déchets dangereux

Dépôt légal — 1er trimestre 1984
Bibliothèque nationale du Canada
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-10872-8

Envirodoq 840091



Page couverture:

Le centre de la nature de Laval est un bel exemple d'aménagement d'une ancienne carrière.

Avant-propos

Ce guide, en plus de sensibiliser les utilisateurs au problème des carrières et sablières, suggère des idées pratiques pour réhabiliter adéquatement une ancienne carrière ou sablière. En ce sens, « La réhabilitation des carrières et sablières. . . un coup de main à l'environnement » constitue un outil éducatif complet, car en plus d'attirer l'attention de l'utilisateur sur ce problème (savoir), il propose des moyens pratiques pour le solutionner (savoir-faire).

Qu'il s'agisse des caractéristiques des lieux, des divers types de pollution rencontrés ou d'idées pratiques pour l'aménagement des carrières et sablières, ce guide tente d'apporter des réponses aux problèmes qui souvent semblent insurmontables. L'expérience vécue par les spécialistes qui ont collaboré à la rédaction de ce guide est très importante. C'est d'ailleurs ce qui nous incite à la faire partager à tous ceux qui ont à coeur la solution d'un problème environnemental dont on sous-estime souvent l'importance.

Des efforts importants de vulgarisation ont été faits afin de minimiser les incompréhensions techniques et les termes spécialisés. À cette fin, nous indiquons au bas de chaque page la définition des termes susceptibles de présenter des difficultés de compréhension ou d'interprétation.

Nous espérons que ce document répondra aux attentes des utilisateurs et nous les invitons à nous faire part de leurs remarques, commentaires et suggestions en écrivant à:

Ministère de l'Environnement du Québec
Direction des communications
et de l'éducation
Service de l'éducation
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy, Québec
G1V 4H2

Table des matières

Avant-propos i

1. Introduction 1

2. Excavations abandonnées et environnement 1

2.1 La situation au Québec 1

2.2 Dégradation de l'environnement 3

2.2.1 Dégradation du milieu terrestre 3

2.2.2 Pollution de l'eau 3

2.2.3 Pollution de l'air 3

2.3 Sécurité publique 3

3. La législation en vigueur 4

4. La restauration 6

4.1 Le nettoyage général des lieux 6

4.2 Le régalage et la mise en forme 6

4.2.1 Décapage, mise en réserve et recouvrement des terres arables 8

4.3 La reconstitution des sols et leurs amendements 10

4.4 La remise en végétation 11

4.4.1 Les espèces recommandées 11

4.4.2 Techniques d'ensemencement et de plantation 18

4.4.2.1 Techniques d'ensemencement 18

4.4.2.2 Techniques de plantation 18

5. L'aménagement 20

5.1 Vocation du site 20

5.2 Aménagements résidentiels 23

5.3 Aménagements industriels 24

5.3.1 Les entrepôts 24

5.3.2 Les réservoirs 24

5.4 Aménagements commerciaux 25

5.5 Aménagements récréatifs 26

5.5.1 Aménagements avec plan d'eau 26

5.5.2 Aménagements récréatifs divers 28

5.6 Aménagements agricoles et forestiers 30

5.6.1 Aménagement agricole 30

5.6.2 Jardins communautaires 30

5.6.3 Reboisement commercial et pépinières 31

5.7 Enfouissement sanitaire 32

5.8 Autres possibilités 32

6. Conclusion 35

Bibliographie 37

1. Introduction

Le ministère de l'Environnement du Québec s'est doté en 1977, d'un règlement relatif aux carrières et sablières afin de s'assurer que l'industrie d'extraction veille désormais, avant de cesser toute opération et de quitter les lieux, à remettre en état les terrains affectés.

Le besoin de publier un guide technique, de lecture facile, s'est avéré rapidement une nécessité. C'est ce document que nous vous proposons. Le but de cette publication est de fournir des éléments de solution imaginatifs et réalisables aux multiples problèmes esthétiques et environnementaux que posent les lieux d'excavation abandonnés ou en voie de l'être. Nous avons choisi de présenter plusieurs illustrations démontrant de façon concrète les nombreuses possibilités de *réhabilitation*[1] offertes aux propriétaires et aux exploitants.

Il est important de souligner que l'extraction en *carrières*[2], *sablières ou gravières*[3] doit être considérée comme une utilisation temporaire du sol et que leur réhabilitation devient impérative pour rendre ces terrains à la nature (*restauration*)[4] ou pour les utiliser à d'autres fins (*aménagement*)[5]. La réhabilitation constitue donc un moyen efficace et définitif de protéger l'environnement et d'en sauvegarder les aspects naturels.

La clientèle visée par ce document est très variée puisque la réhabilitation concerne tout le monde. Les exploitants actuels sont les premiers intéressés puisqu'ils sont tenus par la loi sur la qualité de l'environnement et le règlement R.R.Q. ch. Q-2, r.2, de remettre les lieux en état avant leur abandon. Ce guide s'adresse aussi à tous les propriétaires de carrières et sablières abandonnées.

Ce document servira aussi d'outil de travail aux élus et aux fonctionnaires municipaux et gouvernementaux, de même qu'à tout groupe de citoyens dont les actions sont axées sur la prévention, la conservation, la restauration et l'aménagement.

Conception du guide:

— une description de la situation actuelle au Québec permettant de découvrir l'ampleur du problème;

— l'analyse des problèmes environnementaux causés par les lieux d'extraction abandonnés, permettant de dégager des correctifs simples et peu coûteux;

— les étapes à franchir et techniques employées en restauration et en aménagement avec description des recommandations.

2. Excavations abandonnées et environnement

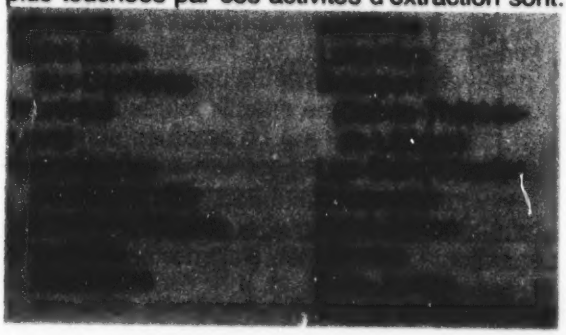
Un problème bien énoncé est à moitié résolu. Ce proverbe connu s'applique très bien au problème qui nous préoccupe. Il importe donc d'établir l'ampleur et la nature des problèmes environnementaux que posent les carrières et les sablières abandonnées.

2.1 La situation au Québec

Un nombre important de carrières et sablières abandonnées (ou exploitées occasionnellement) ont été répertoriées sur le territoire québécois. Cette constatation nous incite à prendre très au sérieux la menace que ces lieux représentent sur l'environnement et la sécurité publique.

Ainsi, selon les estimations du ministère des Transports et du ministère de l'Environnement, plus de 10 000 sablières et 450 carrières sont présentement abandonnées. Seulement 20 pour cent de ces lieux sont considérés réhabilités ou dans un état acceptable. Les deux tiers de ces carrières et sablières sont localisées dans des zones rurales ou forestières tandis qu'on en retrouve le tiers dans des secteurs urbanisés.

Les régions et municipalités du Québec les plus touchées par ces activités d'extraction sont:



1. réhabilitation: terme global qui regroupe les opérations de restauration et d'aménagement
2. carrières: tout endroit d'où l'on extrait à ciel ouvert des substances minérales consolidées, à des fins commerciales ou industrielles, pour remplir des obligations contractuelles ou pour construire des routes, digues ou barrages, à l'exception des mines d'amiante et de métaux et des excavations et autres travaux effectués en vue d'y établir l'emprise ou les fondations de toute construction, ou d'y agrandir un terrain de jeux ou de stationnement.
3. sablières ou gravières: tout endroit d'où l'on extrait à ciel ouvert des substances minérales non consolidées, y compris du sable ou du gravier, à partir d'un dépôt naturel, à des fins commerciales ou industrielles ou pour remplir des obligations contractuelles ou pour construire des routes, digues ou barrages, à l'exception des excavations et autres travaux effectués en vue d'y établir l'emprise ou les fondations de toute construction ou d'y agrandir un terrain de jeux ou de stationnement.
4. restauration: ensemble d'opérations consistant à remettre en état les terrains affectés par l'extraction. Le terme implique un retour à la nature.
5. aménagement: ensemble d'opérations consistant à convertir un ancien lieu d'extraction à une nouvelle fonction ou vocation.

De nombreuses autres régions du Québec sont affectées par ce problème que plusieurs croient sans solution

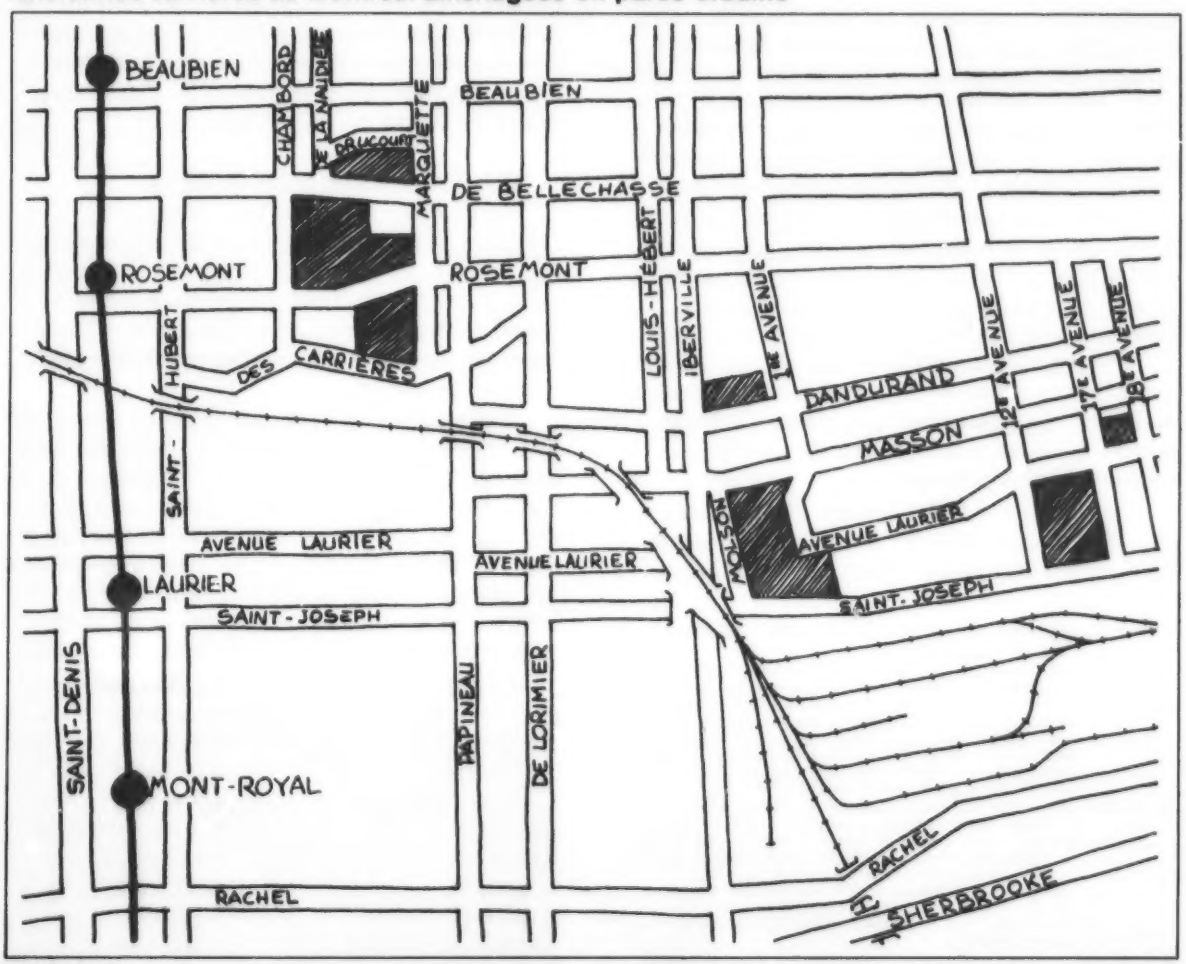
Bien au contraire, des solutions de réhabilitation existent et déjà plusieurs municipalités ont fait des efforts qui méritent d'être soulignés. La carte suivante (figure 2-1) illustre un secteur de Montréal où plusieurs carrières ont été aménagées en parcs urbains.

D'autres exemples intéressants de réhabilitation méritent d'être soulignés soit à Laval (Centre de la nature), à Sainte-Foy (Base de plein air), à Gaspé (Polyvalente de Gaspé), etc. .

Au Québec, les exploitations commerciales ne sont pas les seules à nécessiter des travaux de restauration; une multitude de terrains sur lesquels on a prélevé de petites quantités de sable ou de gravier sont utilisés occasionnellement à ces fins par des particuliers. Bien que la taille de chacun de ces *bancs d'emprunts*[1] soit infime, on en dénombre des centaines dans certaines régions. Ces « petits trous », en plus d'être inesthétiques, favorisent l'érosion des sols, découvrent les racines des arbres, provoquent des éboulis et servent souvent de dépotoirs à ciel ouvert.

Il est important de souligner la facilité avec laquelle ces petites sablières peuvent être remises en végétation. On pourra utiliser les mêmes techniques et espèces végétales recommandées pour les plus grosses exploitations. Ces travaux pourront être réalisés à des coûts très raisonnables et assureront une nouvelle vocation à des espaces qu'on croyait perdus. Ainsi, tous et chacun contribueront à redonner à la nature ses paysages.

Figure 2-1
Anciennes carrières de Montréal aménagées en parcs urbains



LÉGENDE
- ● Station de métro
- ▨ carrière aménagée

1. bancs d'emprunts: amas de matériaux extraits d'une carrière.

2.2 Dégradation de l'environnement

Les carrières et sablières abandonnées imposent de sérieuses contraintes à l'environnement. Elles contribuent pour une part non négligeable à la dégradation du milieu naturel et malheureusement, les problèmes qu'elles entraînent sont trop souvent sous-estimés.

2.2.1 Dégradation du milieu terrestre

Les visites de contrôle du ministère de l'Environnement sont concluantes: il appert que bon nombre des lieux visités servent de dépotoirs à ciel ouvert. La vue de déchets encourage d'ailleurs d'autres gens à continuer cette pratique malgré les efforts d'éducation de la population face à la protection de l'environnement.

La présence de déchets dans des carrières et sablières contribue non seulement à la dégradation du sol mais enlaidit aussi le paysage. Pour la grande majorité de ces lieux, un simple nettoyage serait suffisant puisque la végétation a déjà repris de façon naturelle.

L'industrie de la pierre de taille produit de grandes quantités de rejets de pierres dont l'accumulation constitue un impact visuel considérable. Ces *haldes*[1], qui retardent la reprise de la végétation, demeureront visibles pendant des décennies, car pendant l'exploitation, ces rejets de pierres étaient souvent disposés de telle sorte que toute tentative de restauration était vouée à l'échec.

L'extraction du granite comme pierre de construction ou d'ornementation s'opère fréquemment à flanc de coteau. Les pierres considérées indésirables sont alors poussées en bas de pente pour former des talus enchevêtrés de matériaux instables et inesthétiques.

2.2.2 Pollution de l'eau

Certains lieux contribuent également à la pollution de l'eau puisque très souvent les nappes d'eau de surface et souterraine sont atteintes et entrent en contact avec certains polluants tels les hydrocarbures.

L'érosion du sol par les eaux de ruissellement et le lavage des matériaux rejettent des matières en suspension. Elles ont pour effet de déposer des sédiments dans le lit des cours d'eau et d'en obstruer l'écoulement normal. Elles accroissent la turbidité de l'eau de surface et réduisent ainsi la pénétration de la lumière et la photosynthèse.

Le processus d'auto-épuration se ralentit et le déficit en oxygène s'aggrave. Ceci a pour effet de rendre le cours d'eau impropre au maintien et au développement de certaines espèces animales et végétales, en plus d'éliminer, dans certains cas, les frayères et l'habitat des poissons.

On soupçonne également certaines excavations inondées d'avoir été utilisées comme bassin de réception de rejets industriels toxiques. On comprendra que cette situation représente des risques pour la santé des citoyens, qu'il s'agisse des baigneurs ou des consommateurs d'eau des puits environnants.

2.2.3 Pollution de l'air

La pollution de l'air générée par une carrière en exploitation peut être importante si la poussière est soulevée par des opérations de concassage ou par la circulation de camions. D'autre part, dans le cas des carrières abandonnées, plus la surface est grande, plus l'érosion éolienne (par le vent) causera des inconvénients en soulevant la poussière.

Par ailleurs, lorsque le lieu est utilisé comme dépotoir, il s'en dégage des odeurs nauséabondes qui dérangent les résidents des environs. Ici encore, l'enlèvement des déchets et la réhabilitation du lieu représentent la seule véritable solution pour résoudre ce problème.

2.3 Sécurité publique

Un très grand nombre de carrières et sablières abandonnées présentent une véritable menace de chutes mortelles, noyades ou éboulis qui peuvent affecter tant les humains que les animaux.

Le danger provient des *fronts de taille*[2] abrupts ainsi que des vieux bâtiments abandonnés à proximité de ces endroits. Ces structures sont souvent dans un état de délabrement avancé. La première étape de réhabilitation est leur démolition qui doit être réalisée dès l'abandon du lieu.

Les endroits les plus dangereux sont certainement les carrières d'ardoise puisqu'elles sont profondes, ont des parois très verticales, sont boisées jusqu'au rebord de l'excavation et généralement situées en zones éloignées. Certaines carrières de granite présentent quelquefois les mêmes caractéristiques.

On remarque fréquemment des éboulis au printemps lorsque la neige fond et que les parois et les remblais perdent leur stabilité.

1. haldes: accumulation de rejets rocheux provenant d'une aire d'exploitation

2. fronts de taille: ouverture verticale pratiquée dans un flanc rocheux.

La présence d'eau à l'intérieur d'une ancienne carrière constitue une autre source de danger, le risque de noyade. La présence d'un *thermocline*[1] surprend les baigneurs inexpérimentés et peut provoquer des crampes et même la noyade.

3. La législation en vigueur

Au Québec, la loi sur la qualité de l'environnement régit les activités d'extraction dans les carrières et sablières. Un règlement[2] adopté en 1977 permet d'exercer le contrôle de ces exploitations.

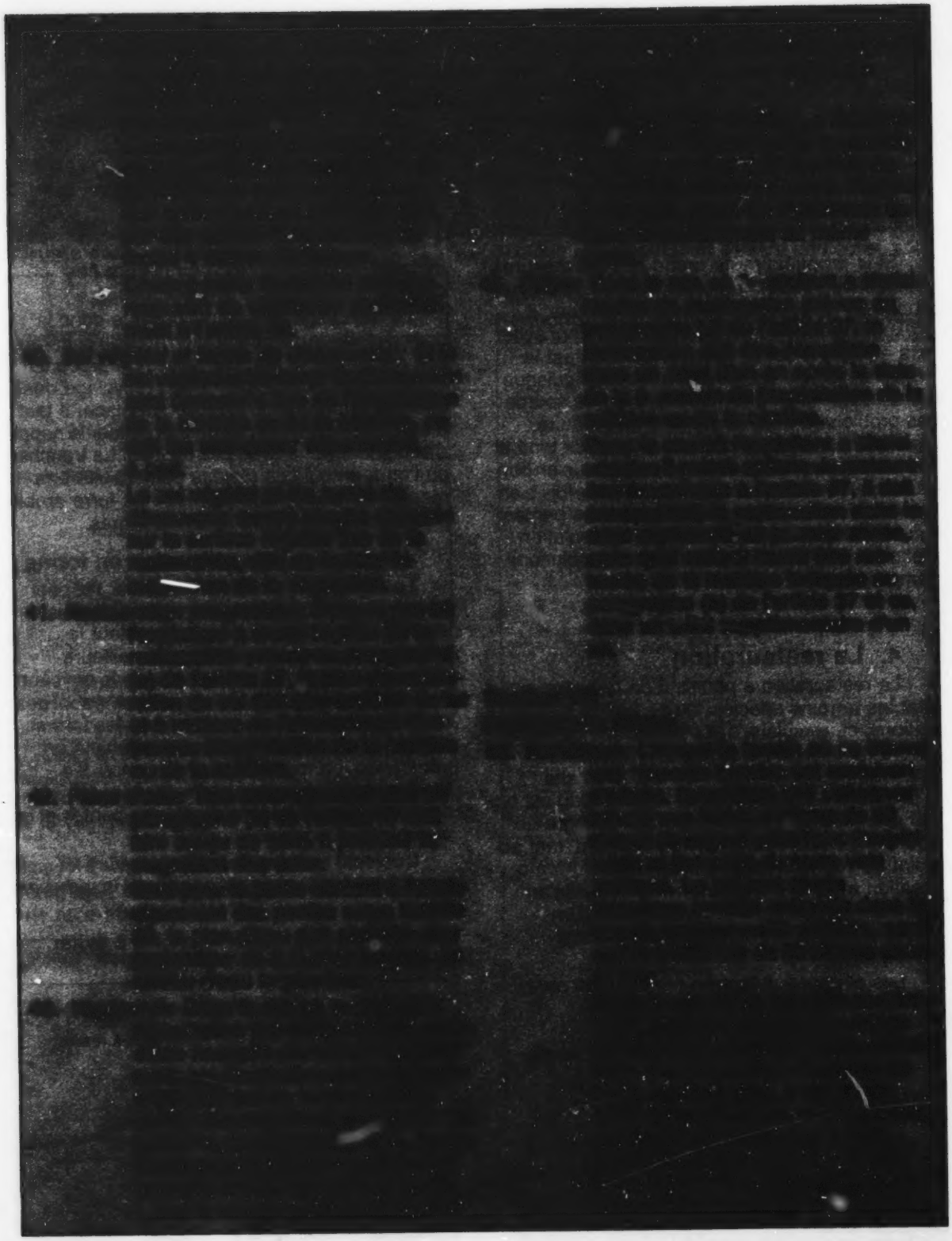
Ce règlement a pour effet de rendre obligatoire la restauration des nouveaux lieux d'exploitation dès que les entreprises cessent leurs opérations d'une façon définitive.

Le tableau 3-1 nous indique les principaux articles de la loi sur la qualité de l'environnement et du règlement relatif à la réhabilitation des carrières et sablières.

En ce qui concerne les excavations déjà abandonnées avant l'adoption de la législation en 1972, il est souhaitable voire nécessaire que des travaux de restauration ou d'aménagement soient effectués le plus tôt possible. Le propriétaire d'une excavation abandonnée a par ailleurs la responsabilité de veiller à la sécurité publique et à la protection de l'environnement.

Tableau 3-1

1. thermocline: plan de séparation entre une couche d'eau chaude (réchauffée par le soleil) et une couche inférieure froide.
2. on peut obtenir une copie de la loi sur la qualité de l'environnement et du règlement R.R.Q., ch. Q-2, r.2, en s'adressant à:
   Ministère des Communications
   Diffusion des publications gouvernementales
   Case postale 1005
   1283, boulevard Charest Ouest
   Québec, Qué.
   G1R 7B6
3. régalage: travaux de terrassement destinés à aplanir les faces et les formes d'un terrain.



1. terres de découverte: horizon situé entre le sol végétal (horizon humifère) et les substances minérales utiles pour le développement des plantes.

Si le propriétaire ne prend pas les mesures nécessaires pour enrayer les causes de danger public ou de pollution de l'environnement, il s'expose à des poursuites judiciaires. Pour éviter ces ennuis, la seule véritable solution est la réhabilitation de ces lieux d'extraction puisque cette intervention planifiée élimine à la source les problèmes déjà énumérés. Une clôture, par exemple, pour empêcher les gens de tomber dans une excavation, doit être entretenue en bon état année après année à des coûts parfois bien supérieurs à un *régalage*[1] efficace des pentes. En réhabilitation, la recherche d'une solution définitive est toujours préférable aux solutions temporaires.

4. La restauration

La restauration a pour but de remettre en état les terrains affectés, qu'il s'agisse d'excavations, de remblais, d'accumulations de rebuts divers ou de voies d'accès. La restauration implique nécessairement un retour du site à la nature. Le processus de restauration est en fait une méthode par laquelle on réintègre un lieu d'excavation dans l'environnement, tant au point de vue esthétique (intégration et harmonisation avec le paysage environnant) qu'au point de vue biologique (restauration d'un couvert végétal qui agira comme habitat faunique).

Les étapes à suivre en restauration sont:

1 — le nettoyage général des lieux;
2 — le régalage et la mise en forme;
3 — la reconstitution des sols et leurs amendements;
4 — la remise en végétation.

4.1 Le nettoyage général des lieux

Il est fréquent d'observer que les carrières et sablières abandonnées servent de dépotoirs à ciel ouvert. Ces déchets peuvent être liés à l'activité d'extraction passée (bidons, carcasses métalliques, ferraille, etc.) ou encore être constitués de déchets domestiques.

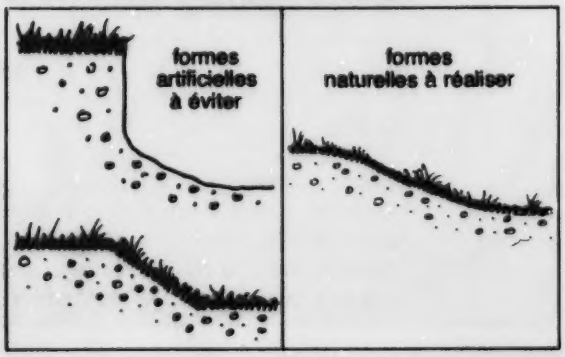
Le nettoyage des lieux constitue donc la première étape de restauration et règle générale, elle est simple et peu coûteuse. On procède d'abord à la récupération et au recyclage des déchets et on enfouit le reste sur place. Il faut toutefois prendre soin de ne pas polluer la nappe d'eau souterraine avec ces résidus. La tranchée où l'on a enfoui ces résidus doit ensuite être recouverte d'au moins un mètre de terre arable pour permettre la repousse des arbres.

4.2 Le régalage et la mise en forme

Le régalage consiste à améliorer l'aspect général des lieux par des travaux de terrassement. Ces travaux modifient surtout la topographie pour permettre une meilleure réinsertion du lieu d'extraction dans le paysage. Adoucir les pentes et niveler les terrains sont des opérations qui visent à *naturaliser*[2] les formes du terrain avant de procéder à la remise en végétation. La meilleure façon d'éviter les formes artificielles consiste à éliminer les contrastes, en réduisant l'angle des pentes et en arrondissant les faces.

L'objectif recherché: imiter la nature et reproduire des formes qui passeront inaperçues.

Figure 4-2
Exemples de formes artificielles à éviter et de formes naturelles à réaliser



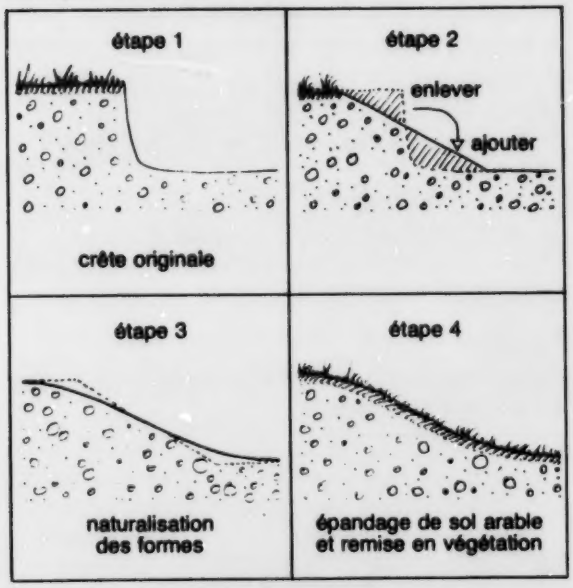
1. régalage: travaux de terrassement destinés à aplanir les faces et les formes d'un terrain.

2. naturaliser: modifications apportées à un terrain dégradé pour lui donner des formes que l'on trouve dans la nature.

La plupart des sablières à restaurer présentent peu de difficultés de régalage; l'usage du bouteur (« bulldozer ») est en général recommandé. Si un équipement lourd est requis, il faudra ensuite effectuer un travail de finition à l'aide d'un bouteur ou d'une niveleuse plus petite.

Figure 4-3

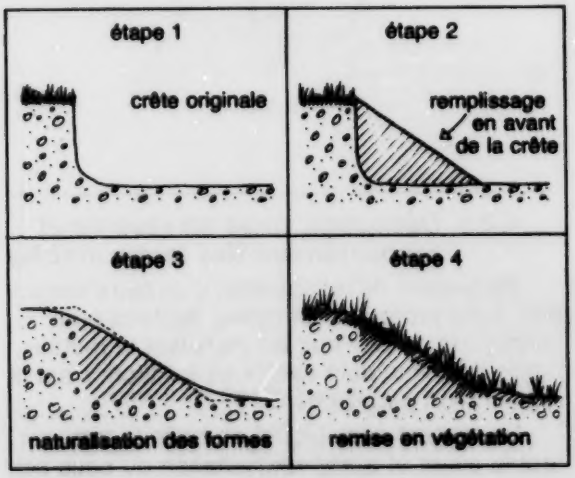
Technique à suivre pour éliminer une face abrupte dans un matériau meuble



Les travaux doivent être complétés par l'épandage d'une couche de sol arable d'au moins 15 cm afin de favoriser une reprise rapide de la végétation.

Figure 4-4

Technique de remplissage pour éliminer une face abrupte

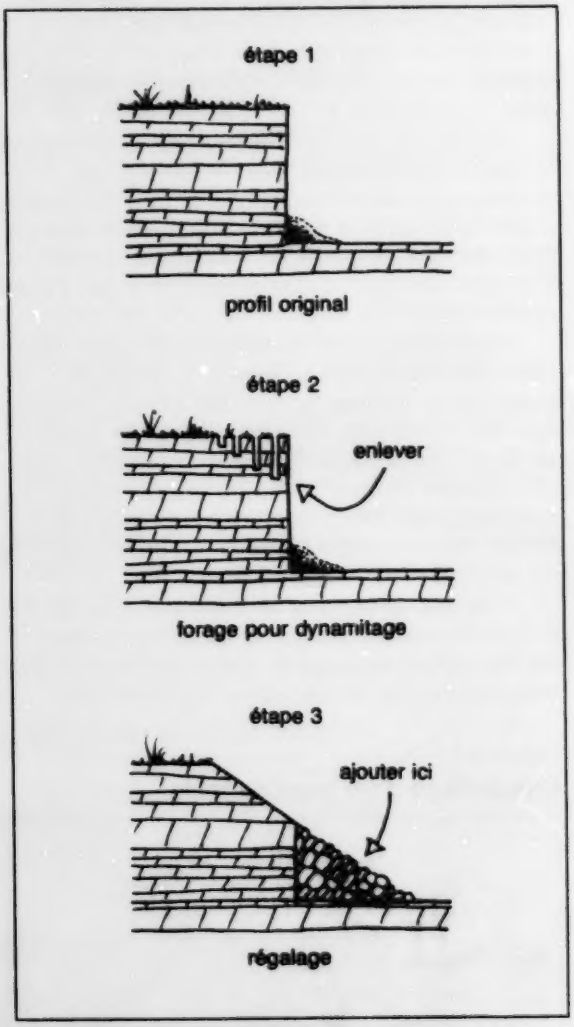


Le choix de l'une ou l'autre technique est fonction de la disponibilité de matériaux sur place (matériaux de remplissage, terre) permettant de réduire les coûts; il faut veiller à transporter le moins de matériaux possible provenant d'un endroit éloigné du lieu à restaurer.

Dans le cas des carrières où les pentes sont verticales et rocheuses, il est souhaitable d'envisager une réduction du front de taille quoique cette opération s'avère coûteuse.

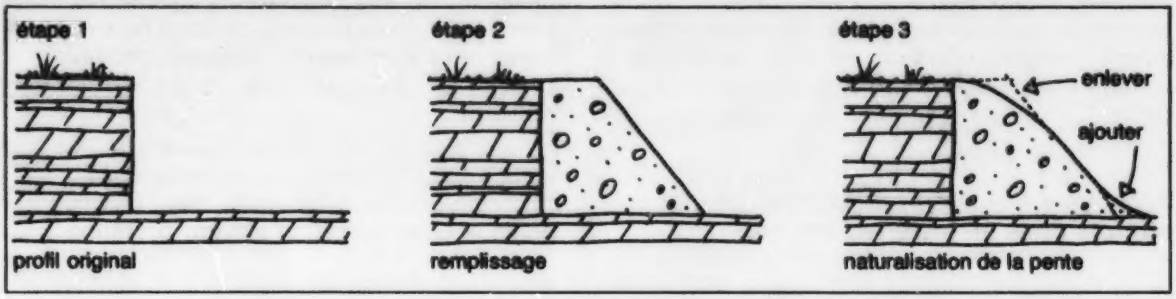
Figure 4-5

Réduction d'un front de taille par dynamitage



Cette technique consiste à pratiquer des forages de profondeur décroissante pour obtenir une pente d'environ 45 degrés après le dynamitage. On utilise ensuite un bouteur (« bulldozer ») pour niveler le plus possible la pente produite.

Figure 4-6
Réduction d'un front de taille par remplissage



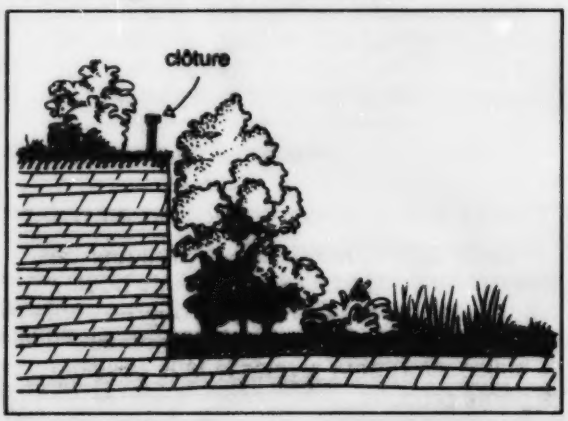
La deuxième technique (figure 4-6) est la même que celle décrite pour les sablières et s'avère beaucoup plus économique si l'on dispose sur place, des matériaux de remplissage.

Une autre solution intéressante réside dans la possibilité d'utiliser des matériaux de remplissage divers (terre, roc, béton) provenant d'autres travaux de construction. L'accumulation graduelle de ce genre de matériaux permet d'adoucir les pentes d'une carrière à des coûts raisonnables.

Cependant, étant donné les coûts qu'entraîne cette opération, il peut devenir intéressant d'essayer d'intégrer l'excavation dans le paysage afin d'en minimiser l'impact visuel. On peut alors utiliser la végétation comme élément de camouflage en ayant soin de planter des buissons, des arbustes et des arbres. Ainsi, le mur de l'ancienne carrière apparaîtra comme un escarpement « naturel ».

Il faudra veiller à la sécurité publique en installant une clôture sur le rebord supérieur de l'ancienne excavation; cette clôture doit être bien entretenue et inspectée régulièrement.

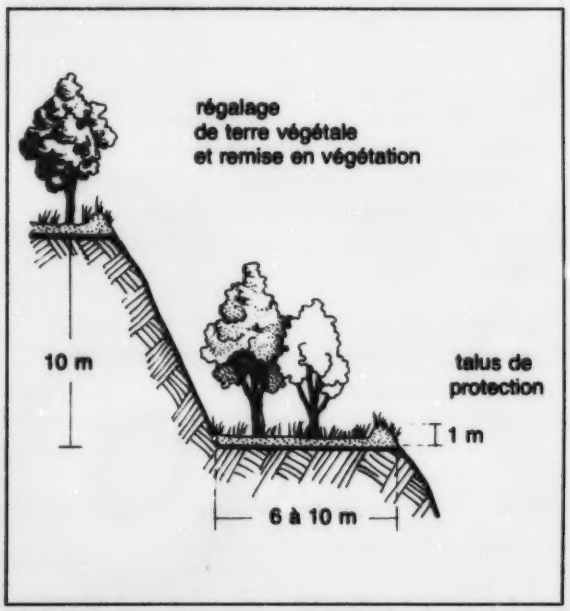
Figure 4-7
Camouflage d'un front de taille



Lorsqu'il faut remettre en végétation des paliers successifs, il suffit d'élever un talus de protection à l'extrémité de chaque palier horizontal.

Cet aménagement, accompagné d'un ajout de terre végétale et de plantation d'arbres (figure 4-8), améliorera l'esthétique, minimisera l'érosion et empêchera la chute de pierres.

Figure 4-8
Remise en végétation d'une carrière exploitée en paliers successifs.



4.2.1 Décapage, mise en réserve et recouvrement des terres arables

En matière de restauration d'un lieu d'extraction, il est préférable et moins coûteux pour l'exploitant de prévenir en planifiant la restauration conjointement avec l'exploitation: c'est la restauration progressive.

Le respect avec lequel on traite la terre arable avant et après l'exploitation du sous-sol,

facilite avantageusement la « cicatrisation » végétale. On peut définir la couche arable de sol comme étant l'épaisseur des terres au-dessus du *soubassement*[1], et destinées à la pénétration des racines des plantes.

De façon générale, toute l'épaisseur traversée par les racines doit être considérée comme utile; toutefois, il importe de distinguer la couche superficielle, (*l'horizon*[2] humifère ou sol végétal), de la couche inférieure (les terres de découverte).

L'horizon humifère, de couleur plus foncée et riche en matière organique, est la couche la plus utile pour le développement des végétaux. Cet horizon doit être décapé séparément. Il serait regrettable de le mêler aux horizons inférieurs, en général beaucoup moins pourvus en matière organique. Par contre, si l'examen pédologique (examen du sol) révèle que l'horizon supérieur n'est pas individualisé, il n'y a guère d'avantages à l'isoler.

Dans la pratique, quel que soit l'engin utilisé, il n'est guère possible de décaper une couche de moins de 20 cm d'épaisseur. Si l'horizon humifère n'atteint pas ces 20 cm d'épaisseur, il sera alors nécessaire d'accepter un certain taux de mélange avec un horizon inférieur jusqu'au seuil de 20 cm. Par la suite on décapera l'horizon inférieur et on les entreposera séparément.

La mise en réserve de la terre végétale et des terres de découverte doit s'effectuer séparément sur une hauteur relativement faible (2,5 m à 5 m) et en forme de dôme pour permettre l'évacuation des eaux pluviales. Il sera avantageux d'y semer des légumineuses (trèfle, luzerne, etc.) qui fixeront l'azote dans le sol et empêcheront l'entraînement des particules véhiculées par les pluies.

Pour des raisons économiques, il serait souhaitable de manipuler le moins possible ces terres arables en effectuant une rotation, c'est-à-dire en étendant à nouveau cette terre au fur et à mesure sur les espaces déjà exploités.

Le recouvrement des terres arables est l'opération qui permet de replacer les horizons dans le même ordre: horizon inférieur (terres de découverte) surmonté de l'horizon humifère (sol végétal). Deux règles importantes doivent être observées:

— la régularité du nivellement du soubassement;
— l'absence de compactage de l'horizon inférieur.

Ainsi, afin de conserver un sol bien structuré et bien aéré, qui constituera un bon milieu d'accueil et de nutrition pour les plantes, il convient de tenir les camions hors de la surface en cours de régalage.

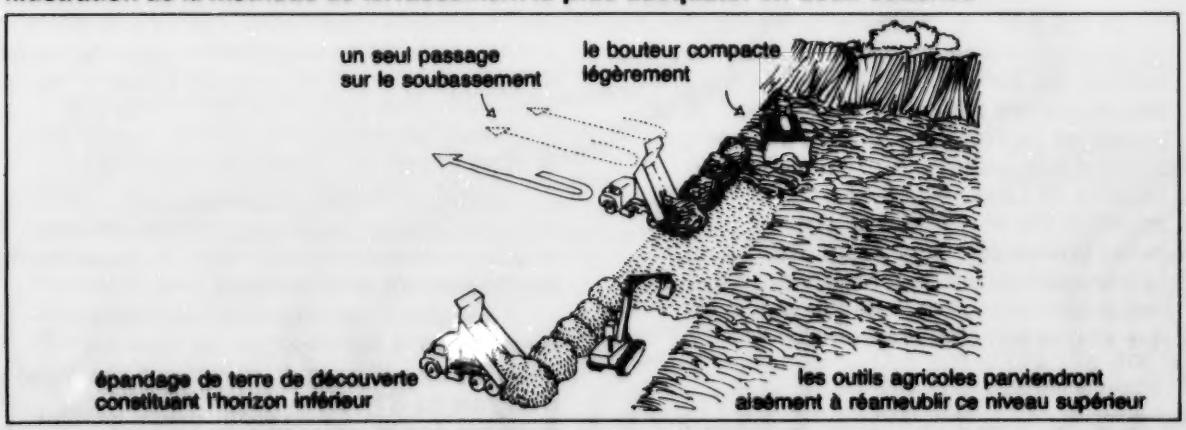
En tenant compte de ces précautions de base, les engins de régalage les mieux adaptés sont:

— pour l'horizon inférieur, la pelle hydraulique, puisqu'elle travaille à reculons sur le soubassement sans compacter la couche que l'opérateur étend;
— pour la couche humifère, le tracteur sur chenilles est mieux adapté et opérera en travaillant directement sur la surface finale.

Puisqu'il y aura une compaction légère du sol, il est recommandé d'utiliser une herse pour ameublir cette couche avant de procéder à la remise en végétation.

Figure 4-9

Illustration de la méthode de terrassement la plus adéquate: en deux couches



1. soubassement: socle sur lequel repose la terre arable (sol végétal et les terres de découverte).

2. horizon: strate distincte du sol.

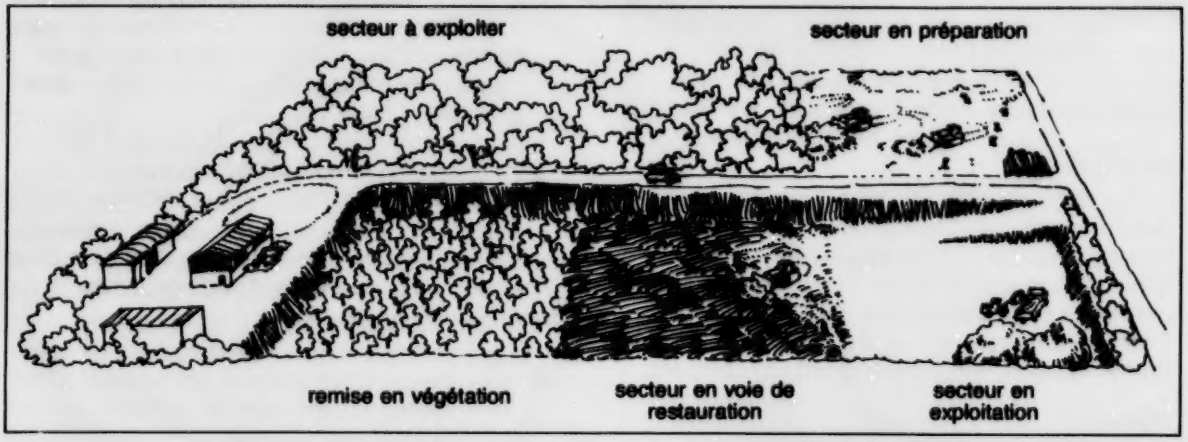
4.3 La reconstitution des sols et leurs amendements[1]

Dans la majorité des exploitations, le sol végétal et les terres de découverte ont été mélangés et sont de ce fait inutilisables pour la restauration. Il faudra alors procéder à la reconstitution du sol ou encore en transporter sur les lieux. Pour les exploitations existantes, le règlement R.R.Q., ch. Q-2, r.2 du ministère de l'Environnement du Québec concernant les carrières et sablières, recommande à l'exploitant de recueillir et d'entreposer séparément le sol végétal et les terres de découverte afin de les réemployer lors de la restauration.

En pratiquant l'extraction de façon rotative sur un lieu déterminé (voir figure 4-10), cela permet de procéder à la restauration à mesure que l'on termine l'extraction d'un secteur et ainsi de suite, jusqu'à épuisement de la matière à exploiter.

Figure 4-10

Exemple d'exploitation et de restauration progressive



Le fait que l'on choisisse de transporter ou de regénérer la couche de sol destinée à recevoir les semences et les plants, entraîne des problèmes différents. Le transport du sol provenant de l'extérieur du lieu d'extraction, quoique très coûteux, est d'une efficacité certaine. Si l'épaisseur totale de l'épandage atteint 15 cm et que le drainage est bien fait, le lieu devrait se coloniser en moins d'un an. Le transport du sol peut cependant s'avérer irréalisable lorsque le matériau requis est rare et que son coût est très élevé.

Dans ce cas, il est préférable de regénérer ou de reconstituer le sol dont on dispose.

Une alternative serait de procéder à la remise en végétation, directement sur le sable ou le gravier, en choisissant des plantes qui peuvent croître dans un sol pauvre. Pour les carrières, il est absolument nécessaire d'y transporter le sol végétal nécessaire à la croissance des plantes.

Avant de procéder à la remise en végétation, il est important de connaître le degré de fertilité du sol.

Les sols fertiles: ces sols sont propices à la végétation. Il ne faut cependant pas oublier que des facteurs physiques tels que la compaction du sol ou un mauvais drainage peuvent retarder la reprise de la végétation.

Les sols pauvres: ces sols sont déficients en matières nutritives parce qu'ils ont perdu leur fertilité ou n'en ont jamais eue; c'est le cas de la majorité des carrières et sablières abandonnées au Québec.

Il faut alors reconstituer le sol de manière à redémarrer les cycles naturels. L'aide apportée doit être temporaire et destinée à fournir les éléments nécessaires à la croissance des premières générations de plantes; par la suite, le cycle devrait se répéter de lui-même.

L'ajout de matière organique, telle que la tourbe, le lisier, les boues activées, les engrais et autres amendements comme la chaux, sont les moyens les plus connus.

Pour obtenir de meilleurs résultats en restauration, il est important de faire des analyses de sol avant de procéder à l'épandage d'engrais ou à quelque amendement; elles éviteront des investissements souvent coûteux et inutiles.

1. amendements: apports de substances minérales chimiques ou organiques pour permettre la reprise de la végétation sur un sol.

Le problème de la compaction des sols du soubassement peut se présenter à certains endroits (anciens chemins d'accès au lieu d'extraction, voies les plus utilisées pendant l'exploitation, anciennes zones d'accumulation de pierre). L'usage d'une herse ou d'un scarificateur permettra de remanier la couche supérieure du sol et d'aérer la masse minérale.

En ce qui concerne le drainage des terrains, il faut chercher à faire circuler l'eau de pluie de manière à obtenir des conditions d'humidité uniformes. La sécheresse ou l'humidité trop élevée sont des conditions qui limitent ou empêchent la croissance des plantes, tandis qu'un bon drainage permettra une croissance optimale des espèces choisies.

L'étape du régalage est la plus propice pour procéder au drainage du lieu d'extraction. Si des mares d'eau ou des endroits marécageux persistaient, il faudrait remanier la topographie afin d'évacuer cette eau vers l'extérieur du lieu ou vers des secteurs plus secs. Sinon, on pourra les intégrer dans un nouvel aménagement qui tiendra compte du plan d'eau.

4.4 La remise en végétation

Pour une restauration impliquant un retour du lieu d'excavation à la nature, il importe de choisir des espèces végétales qui rencontreront les exigences suivantes:

— elles doivent tout d'abord pousser naturellement dans la région. Le choix d'espèces indigènes assure un maximum de succès puisqu'elles sont adaptées aux conditions climatiques régionales et résistent mieux aux insectes et aux maladies. De plus, elles se confondent parfaitement avec les arbres, arbustes et graminées des abords du lieu d'extraction;
— elles doivent être reconnues comme étant efficaces et d'une croissance rapide;
— elles doivent être disponibles en pépinières et d'un prix abordable.

Les buts recherchés par la remise en végétation sont:

— de reconstituer un couvert végétal uniforme et résistant permettant de recréer un écosystème naturel et autonome à moyen terme;
— de stabiliser les sols par un contrôle de l'érosion.

4.4.1 Espèces recommandées

En matière de remise en végétation, on doit rechercher un couvert végétal qui comprenne à la fois des graminées et des légumineuses, des arbustes et des arbres. Afin d'assurer un maximum de succès, il est préférable de commencer par des graminées et des légumineuses de façon à couvrir le sol rapidement et uniformément avant de songer à planter des arbres. Le tableau 4-1 suggère les espèces indigènes québécoises les plus efficaces pour la remise en végétation des carrières et sablières.

Comme le suggère le tableau 4-1, il faut procéder à un mélange de trois ou quatre espèces à ensemencer directement sur le sol à couvrir. Il est conseillé d'utiliser une plante-abri avec tous les semis de graminées dans une proportion de 10 à 15 pour cent, n'excédant pas toutefois 20 pour cent du mélange. On entend par plante-abri, une plante à croissance rapide, utilisée pour favoriser l'enracinement des graminées à croissance plus lente. Ces plantes ont également la propriété d'empêcher l'érosion du sol. Le « raygras » et l'avoine constituent deux excellentes plantes-abri.

Tableau 4-1

Graminées et légumineuses recommandées pour la remise en végétation des carrières et sablières du Québec

Mélange A (pour sols pauvres et secs dépourvus de matière organique)		
Festuca rubra « reptans » (Fétuque rouge var. reptans)	55 p. 100	
Poa pratensis « primo » (Pâturin des prés var. primo)	30 p. 100	+ 10 à 15 p. 100
Agrostis tenuis « boral » (Agrostide des prés var. boral)	10 p. 100	de plantes-abri
Phleum nodosum « evergreen » (phléole des prés var. evergreen)	5 p. 100	
TAUX DE SEMIS RECOMMANDÉ: 150 kilos à l'hectare (135 livres à l'acre)		
Mélange B (pour sols pauvres en région nordique)		
Festuca rubra (Fétuque rouge)	50 p. 100	
Phleum pratense (mil ou phléole des prés)	20 p. 100	
Agrostis alba (agrostide blanche)	10 p. 100	+ 10 à 15 p. 100
Lotus corniculatus (lotier corniculé)	10 p. 100	de plantes-abri
Trifolium repens (trèfle blanc)	10 p. 100	
TAUX DE SEMIS RECOMMANDÉ: 90 kilos à l'hectare (80 livres à l'acre)		

Tableau 4-1

Graminées et légumineuses recommandées pour la remise en végétation des carrières et sablières du Québec (suite)

Mélange C (pour les terres franches et sableuses, relativement acides et de fertilité moyenne ou pauvre)	
Fétuque rouge traçante	50 p. 100
Pâturin du Kentucky	20 p. 100
Agrostide commune	10 p. 100
Raygras vivace	20 p. 100
TAUX DE SEMIS RECOMMANDÉ: 90 à 110 kilos à l'hectare (80 à 100 livres à l'acre)	

Autres espèces reconnues efficaces

Bromus inermis (brome inerme)
Lolium perenne (ivraie vivace)
Coronilla varia (coronille)
Vicia sp. (vesce jergeau)
Poa compressa (pâturin comprimé)
Agropyron instatrum (agropyre)
Melilotus alba (mélilot blanc)

1. les plantes-abri sont l'avoine ou le raygras.

Pour déterminer de façon précise le mélange idéal à utiliser, il est suggéré de procéder à des essais de remise en végétation lors du premier été. Ces essais peuvent être réalisés dans des enclos d'environ 4 m² en s'assurant que leur localisation répond aux caractéristiques suivantes: terrain plat, bien drainé, situé au vent et au soleil, représentatif de l'ensemble du lieu à coloniser. Si ce lieu comprend plusieurs sols différents, il est préférable de procéder à des essais sur chacun de ces sols, car les performances des plantes varieront d'un sol à l'autre.

Les tableaux 4-2 et 4-3 dressent la liste des arbustes et des arbres recommandés. Afin de maximiser les chances de réussir le reboisement, il importe de procéder également à des essais avant d'acheter les plants. En général, lorsqu'un jeune plant a survécu une année complète après sa mise en terre, il a de fortes chances de survivre et d'atteindre l'âge adulte.

Il est également conseillé de planter des conifères et des feuillus pour augmenter les chances de succès du reboisement et ce, à plusieurs endroits sur le site, en les groupant en îlots. Dans le cas des carrières et sablières en exploitation, il est recommandé de procéder à des essais sur une plus longue période.

Tableau 4-2

Liste des espèces arbustives recommandées pour la remise en végétation des carrières et sablières au Québec

Essences		Types de sol et drainage	Usages	Zones de rusticité	Croissance	Remarques
Nom latin	Nom français					
Alnus crispa	Aulne crispé	sols graveleux, secs ou humides	naturalisation stabilisation de la pente	1	rapide	espèce nordique, fixe l'azote au sol
Alnus rugosa	Aulne rugueux	sols humides	naturalisation stabilisation de la pente	1	rapide	fixe l'azote au sol
Betula glandulosa	Bouleau glanduleux	sols pauvres dans le nord, humides dans le sud	naturalisation	1	—	espèce nordique
Caragana arborescens	Caragan de Sibérie (pois)	pauvres et secs, sablonneux	naturalisation, petit écran	2	moyenne	fixe l'azote au sol
Elaeagnus commutata	Chalef argenté	sols pauvres et sablonneux	naturalisation	3	moyenne	fixe l'azote au sol drageonne facilement
Juniperus communis	Génévrier commun	secs, pauvres et peu profonds qui recouvrent les roches calcaires	naturalisation	2b	lente	utilisé dans les carrières
Myrica gale	Myrique baumier	sablonneux, graveleux près de cours d'eau ou de plan d'eau, milieu humide	naturalisation des abords de lac et plan d'eau	1	—	espèce nordique, fixe l'azote au sol, utilisé près d'un plan d'eau
Salix discolor	Saule discolore	sol humide, inondé ou sec et calcaire	fixe le sol des pentes en bosquet	3	rapide	espèce pionnière, facile à bouturer
Salix interior	Saule intérieur	sablonneux et humide	utilisé pour fixer les pentes sablonneuses	1	rapide	espèce nordique, se reproduit par drageonnage
Salix planifolia	Saule	sablonneux, graveleux sols pauvres et secs	naturalisation	1	rapide	espèce nordique, facile à bouturer

Tableau 4-3

Liste des espèces arborescentes utilisées pour la remise en végétation des carrières et sablières au Québec

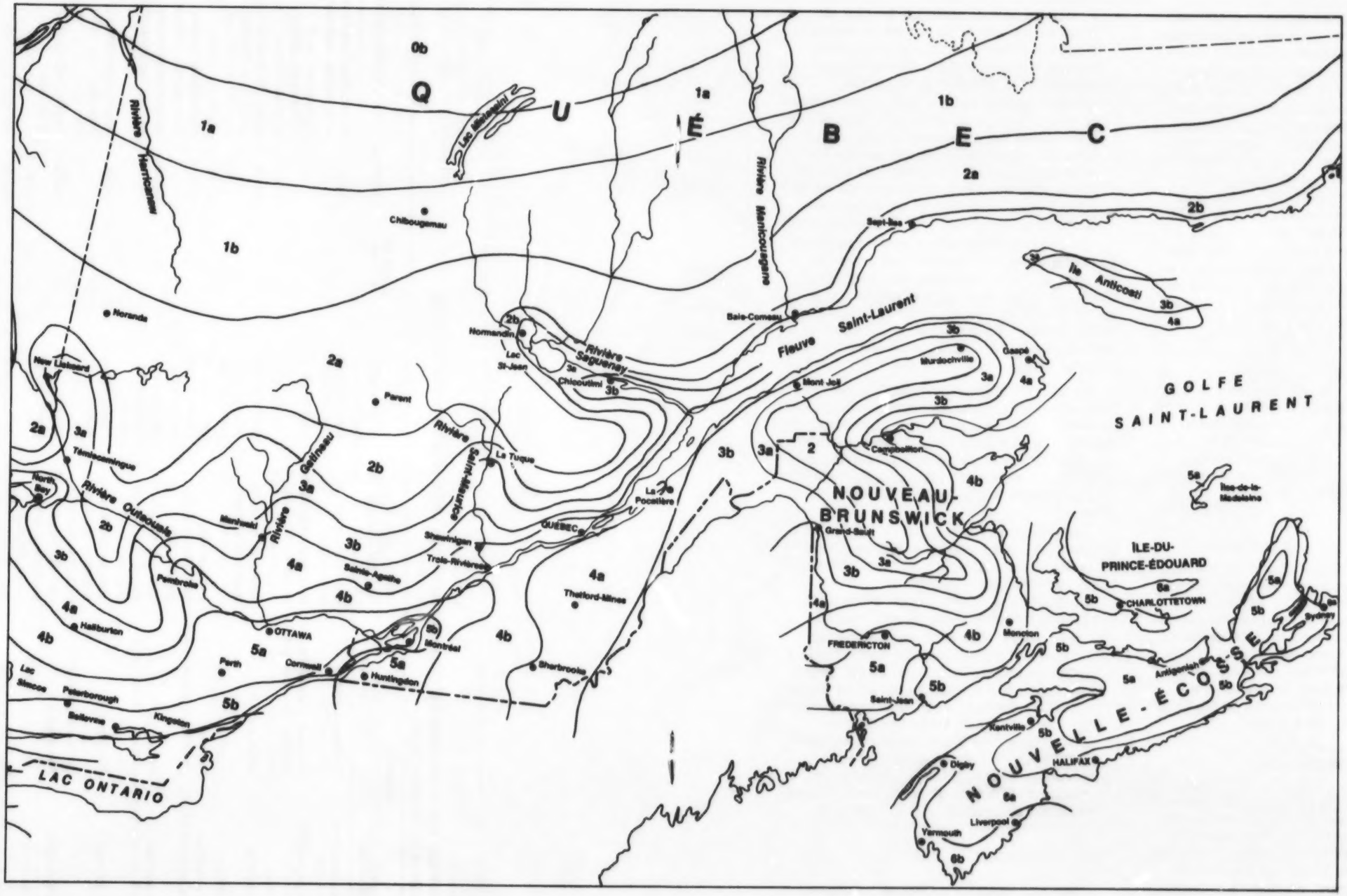
Essences		Types de sol et drainage	Usages	Zones de rusticité	Croissance	Remarques
Nom latin	Nom français					
Populus X Spp.	Peupliers hybrides (plusieurs hybrides)	tous les sols humides	reboisement commercial	utiliser les cônes recommandés selon les zones de rusticité	rapide	espèce méridionale, brise-vent, stabilisation de la pente, bouture
Populus tremuloïdes	Peuplier faux-tremble	sols limono-sableux et graveleux, secs ou humides	naturalisation, reboisement commercial	1	rapide	espèce pionnière, drageonne
Prunus pennsylvanica	Cerisier de Pennsylvanie	tous les sols secs ou humides	naturalisation	1	rapide	espèce pionnière
Rhus typhina	Vinaigrier	sols rocheux, sablonneux secs	naturalisation, écran, pente	3	rapide	espèce méridionale, petit arbre, bosquet dense, palier de carrière
Salix Alba	Saule blanc	adaptable quant aux milieux, mais préfère un sol humide	naturalisation	2	rapide	espèce pouvant supporter le climat nordique et sol lourd
Salix fragilis	Saule fragile	sol humide	naturalisation, fixer le sol des pentes	rustique	rapide	espèce pionnière, bouturage
Thuja occidentalis	Thuya occidental	sols secs et humides peu profonds qui recouvrent les roches calcaires	écran, massif	3	rapide	utilisés dans les carrières, brise-vent
Ulmus pumila	Orme de Sibérie	sols arides, graveleux et rocheux	brise-vent, écran	2b	rapide	espèce recommandée pour conditions difficiles, espèce exotique

Tableau 4-3

Liste des espèces arborescentes utilisées pour la remise en végétation des carrières et sablières au Québec (suite)

Essences		Types de sol et drainage	Usages	Zones de rusticité	Croissance	Remarques
Nom latin	Nom français					
Betula papyrifera	Bouleau à papier	divers types de sol bien drainé	naturalisation	2	rapide	ne supporte pas l'ombre et la pollution urbaine
Betula populifolia	Bouleau à feuille de peuplier (bouleau gris)	sols secs, sablonneux et pauvres	naturalisation	3	—	espèce pionnière méridionale utilisée en massif
Larix Laricina	Mélèze laricin	acides (granitiques secs ou humides)	naturalisation, rebcisement commercial	1	rapide	utilisé sur tout le territoire du Québec
Pinus divaricata	Pin gris	sols pauvres sablonneux, secs, non alcalins	naturalisation, reboisement commercial	1	moyenne	espèce pionnière, utilisation en milieu nordique de préférence
Pinus resinosa	Pin rouge	sols pauvres sablonneux, secs, sols non alcalins	reboisement commercial, écran	2b	rapide	espèce méridionale, espèce recommandée
Pinus strobus	Pin blanc	sols sablonneux ou argileux, humides, sols non alcalins	reboisement commercial	2b	rapide	espèce méridionale, brise-vent
Pinus sylvestris	Pin sylvestre	sol sablonneux, sec, s'adapte à divers types de sols	reboisement commercial	2	rapide	espèce méridionale, brise-vent
Populus balsamifera	Peuplier baumier	tous les sols humides	reboisement commercial	1	rapide	espèce nordique, brise-vent, propagation facile par bouture

Figure 4-11
Zones de rusticité au Québec



Tiré de: *Zones de « rusticité pour les plantes au Canada »*, Agriculture Canada, 1977.

4.4.2 Techniques d'ensemencement et de plantation

4.4.2.1 Techniques d'ensemencement

Il existe trois techniques d'ensemencement: manuel, mécanique et hydraulique.

L'ensemencement manuel consiste à semer à la main ou à l'aide d'un semoir portatif de petites surfaces inaccessibles à la machinerie.

L'ensemencement mécanique est effectué à l'aide d'un semoir mécanique (semoir Brillion pour les graminées), destiné à de grandes surfaces. Cette méthode a l'avantage de permettre l'application uniforme du semis et l'enfouissement des semences dans le sol, ce qui en favorisera la germination.

L'ensemencement hydraulique consiste à étendre sur le sol, à l'aide d'un semoir hydraulique, un mélange de graines de semence et d'agents fertilisants en suspension dans l'eau. Immédiatement après l'ensemencement, un paillis avec émulsion asphaltique doit être utilisé afin de protéger le semis et maintenir une humidité favorable à la germination. Il est également possible d'ajouter directement au mélange de semences, un composé de fibre de bois, de paille, de papier déchiqueté, coton ou tout autre matériau susceptible de favoriser la germination. Cette méthode est surtout utilisée dans les pentes et pour les grandes surfaces difficiles d'accès; cependant, elle est la plus coûteuse.

4.4.2.2 Techniques de plantation

Le reboisement constitue une excellente façon de restaurer un lieu d'excavation. En plus de freiner l'érosion et de créer un micro-climat (diminution de l'intensité du vent), le reboisement joue un rôle important dans un aménagement récréatif ou naturel. Dans cette section, nous nous limiterons à définir les principales utilisations du reboisement dans les carrières et sablières, ainsi que les techniques de plantation les plus fréquemment pratiquées.

Utilisation du reboisement

— comme écran: en général, la formation d'écran permettra de camoufler des éléments indésirables, d'atténuer une source sonore ou de servir de brise-vent. Pour atteindre ces buts, l'écran doit être compact. L'utilisation de conifères, dont le port est dense et le caractère permanent, est donc à conseiller;

— en massif: il s'agit dans ce cas de créer des volumes et des formes architecturales. Un massif peut aussi bien se faire à l'aide d'arbustes que d'arbres. Leur arrangement est dense et les plantes forment un ensemble distinctif;

— en reboisement commercial: en plus de stabiliser les sols et de recréer un milieu propice à la faune, le reboisement commercial recouvre une grande surface et représente un potentiel économique;

— la naturalisation: elle consiste à reproduire ou à aider la reproduction d'un milieu naturel. L'alternative est de recréer le milieu initial avec les mêmes espèces, ou de reboiser avec des *espèces pionnières*[1] qui aideront éventuellement à la reconstitution du milieu initial. La naturalisation se fait surtout avec des espèces indigènes que l'on plante ici et là.

Généralement les arbres sont transplantés au printemps ou à l'automne. Les arbres et arbustes à feuilles caduques devraient être plantés au printemps, entre la période où le sol est complètement dégelé et avant l'éclatement des bourgeons. La plantation automnale des feuillus peut se faire après la chute des feuilles jusqu'au gel du sol.

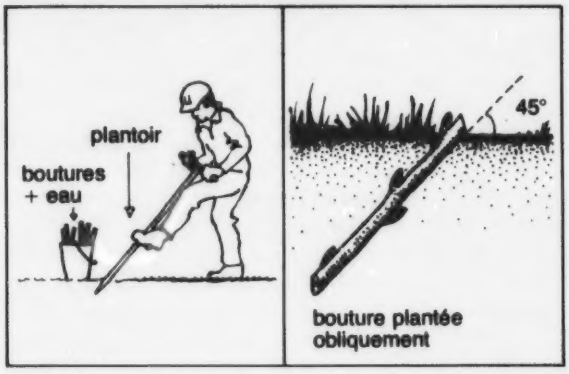
La fin de l'été (de la mi-août à la mi-septembre) est la période de transplantation des conifères. Cette période permet aux racines de bien s'étaler et d'éviter le *rechaussement*[2] du sol. Pour les semis, la période printanière est recommandée pour permettre aux jeunes plants de s'acclimater aux nouvelles conditions du milieu.

Les principales techniques de plantation utilisées dans les carrières et sablières sont les boutures, les plantations en motte (carotte de terre) de petits plants cultivés en pépinière ou provenant d'un milieu naturel et les transplantations à racines nues de sauvageons.

— Les boutures: elles sont plantées de façon manuelle à l'aide d'une pelle-bêche qui leur donne un angle d'inclinaison de 45° degrés par rapport à la surface du sol, en ne laissant apparaître que leur extrémité et leur bourgeon terminal (voir figure 4-12). Ensuite, on compacte fermement le sol autour de la bouture. La période de plantation par bouturage se fait au printemps, entre la période où le sol est dégelé et avant l'éclatement des bourgeons.

1. espèces pionnières: espèces végétales qui colonisent en premier un sol.
2. rechaussement: soulèvement du sol par la gelée.

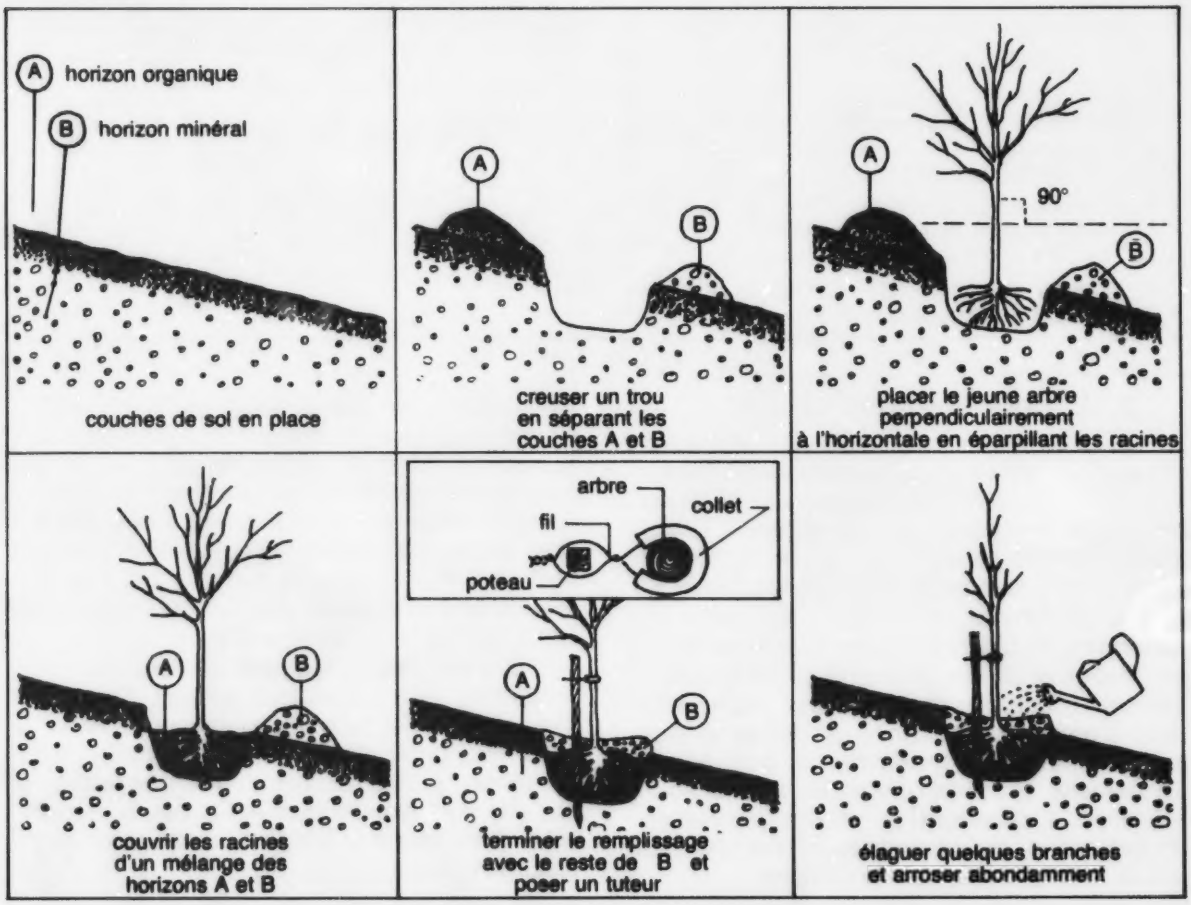
Figure 4-12
Technique de plantation par boutures



— Les plantations en motte: on creuse un trou correspondant au diamètre de la motte de l'arbrisseau ou de l'arbuste. Il est important de maintenir la base du plant à son niveau original. On remblaie ensuite le trou avec le sol que l'on compacte pour éviter les tassements ultérieurs. Après le remblayage, il faut arroser copieusement.

— Les plantations en racines nues: dans un milieu naturel, il est préférable d'extraire les sujets avec leur motte de terre. Cependant, lorsqu'il est impossible de le faire, on devra extraire ces sujets à racines nues; on prendra alors les mêmes précautions mentionnées précédemment.

Figure 4-13
Technique de plantation à racines nues



Les jeunes arbres ou arbustes que l'on peut acheter à un coût minime dans les pépinières spécialisées n'ont en général que 10 à 20 cm de hauteur. Dans ce cas également, la plantation manuelle est toute indiquée et les deux techniques illustrées aux figures 4-14 et 4-15 peuvent être appliquées.

Figure 4-14
Plantation manuelle de jeunes plants d'arbres ou d'arbustes

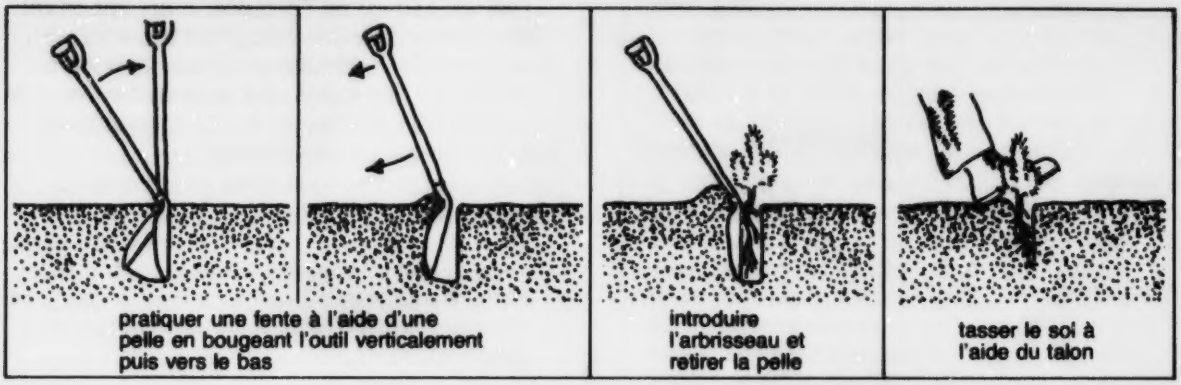

pratiquer une fente à l'aide d'une pelle en bougeant l'outil verticalement puis vers le bas
introduire l'arbrisseau et retirer la pelle
tasser le sol à l'aide du talon

Figure 4-15
Plantation manuelle de jeunes plants d'arbres ou d'arbustes

1
2
1 — pratiquer d'abord une coupe verticale
2 — enlever un coin de terre obliquement
replacer le coin de terre à sa place après l'introduction de l'arbrisseau
tasser le sol à l'aide du talon

5. L'aménagement

La deuxième voie qui s'offre à l'exploitant ou au propriétaire d'une carrière ou sablière, consiste à convertir son ancienne exploitation en un site ayant une nouvelle vocation. Les possibilités d'aménagement sont en fait très nombreuses comme le démontre le tableau 5-1.

Le potentiel du lieu d'excavation est déterminé en fonction de ses caractéristiques physiques et de ses contraintes. Les quatre principaux groupes de contraintes majeures sont la présence d'eau, la forme de l'excavation, sa profondeur et la localisation du lieu (environnement). D'autres contraintes tels l'ensoleillement, l'acoustique, la stabilité des pentes et des parois, etc. peuvent avoir une influence sur la réalisation de certains projets.

5.1 Vocation du site

L'évaluation du potentiel de chaque lieu d'excavation permet de déterminer en premier lieu sa vocation générale, c'est-à-dire si le projet de réhabilitation doit être orienté en fonction d'une ressource ou d'un utilisateur particulier. Lorsqu'un lieu d'excavation est situé sur un site possédant des attraits particuliers, il devrait être aménagé de façon à mettre en évidence ces avantages. Ainsi, les lieux d'excavation entourés d'un panorama exceptionnel auraient avantage à être utilisés dans les aménagements de type résidentiel ou récréatif.

D'autres lieux d'extraction auront une vocation plus « scientifique ». C'est le cas des carrières et sablières possédant des richesses particulières tels des fossiles, minéraux, phénomènes naturels, une faune ou une flore exceptionnelle. On pourra donner plus d'ampleur à la fonction éducative de ces endroits.

Enfin, certains lieux ont une véritable valeur historique ou culturelle. Ce pourrait être le cas d'anciennes carrières abandonnées dont les bâtiments, la machinerie et l'outillage pourraient être remis en état et servir de musée historique.

Lorsqu'un terrain ou lieu d'extraction possède plusieurs caractéristiques intéressantes, il est important de les maintenir et d'en tenir compte dans le projet d'aménagement.

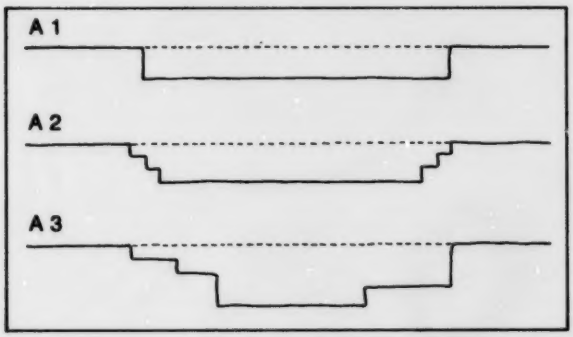
Par contre, lorsque les terrains et excavations ne possèdent aucun attrait particulier, il faut alors songer à orienter l'aménagement en fonction d'utilisateurs, selon les besoins de la communauté régionale. Ainsi, une carrière ou une sablière située en milieu urbain peut représenter le seul endroit disponible pour l'aménagement d'espaces verts, de parcs requis par la population. En général, le manque d'espace dans une ville incite les propriétaires d'anciennes carrières ou sablières à mettre leur terrain en valeur en vue d'y réaliser des projets d'aménagement commercial, industriel ou résidentiel.

Le tableau 5-1 suggère divers aménagements de carrières ou de sablières selon les caractéristiques physiques les plus souvent rencontrées au Québec. Nous suggérons dans ce chapitre plusieurs possibilités d'aménagement. Il ne faut pas oublier cependant que les coûts sont directement liés aux changements physiques que l'on veut effectuer.

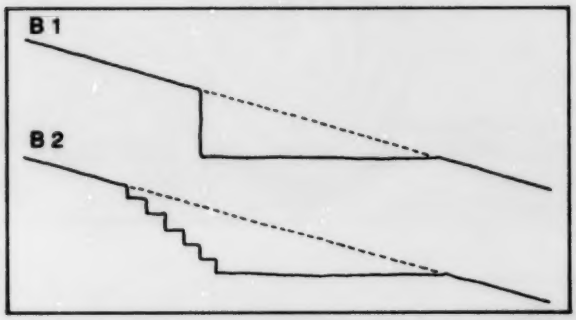
L'aménagiste aura souvent avantage à composer avec les caractéristiques naturelles d'un lieu plutôt que de chercher à modifier radicalement l'aménagement physique.

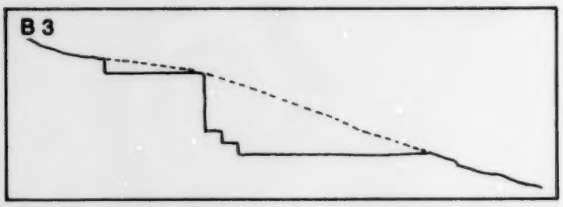
Figure 5-1
Forme des excavations à ciel ouvert

Forme A 1 — Excavation en fosse avec des murs verticaux
2 — Excavation en fosse avec paliers réguliers
3 — Excavation en fosse avec paliers irréguliers



Forme B 1 — Excavation à flanc de coteau avec mur vertical
2 — Excavation à flanc de coteau avec paliers réguliers
3 — Excavation à flanc de coteau avec paliers irréguliers





Forme C 1 — Excavation à flanc de coteau et en fosse combinée avec mur vertical
2 — Excavation à flanc de coteau et en fosse combinée avec paliers réguliers
3 — Excavation à flanc de coteau et en fosse combinée avec paliers irréguliers

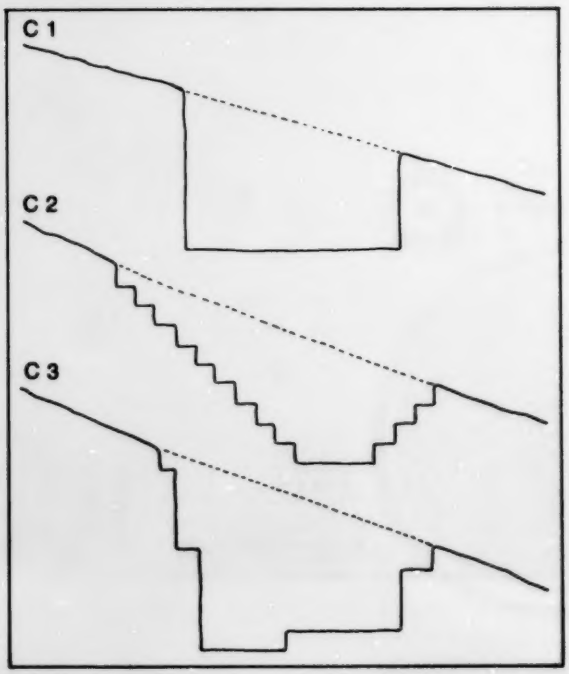
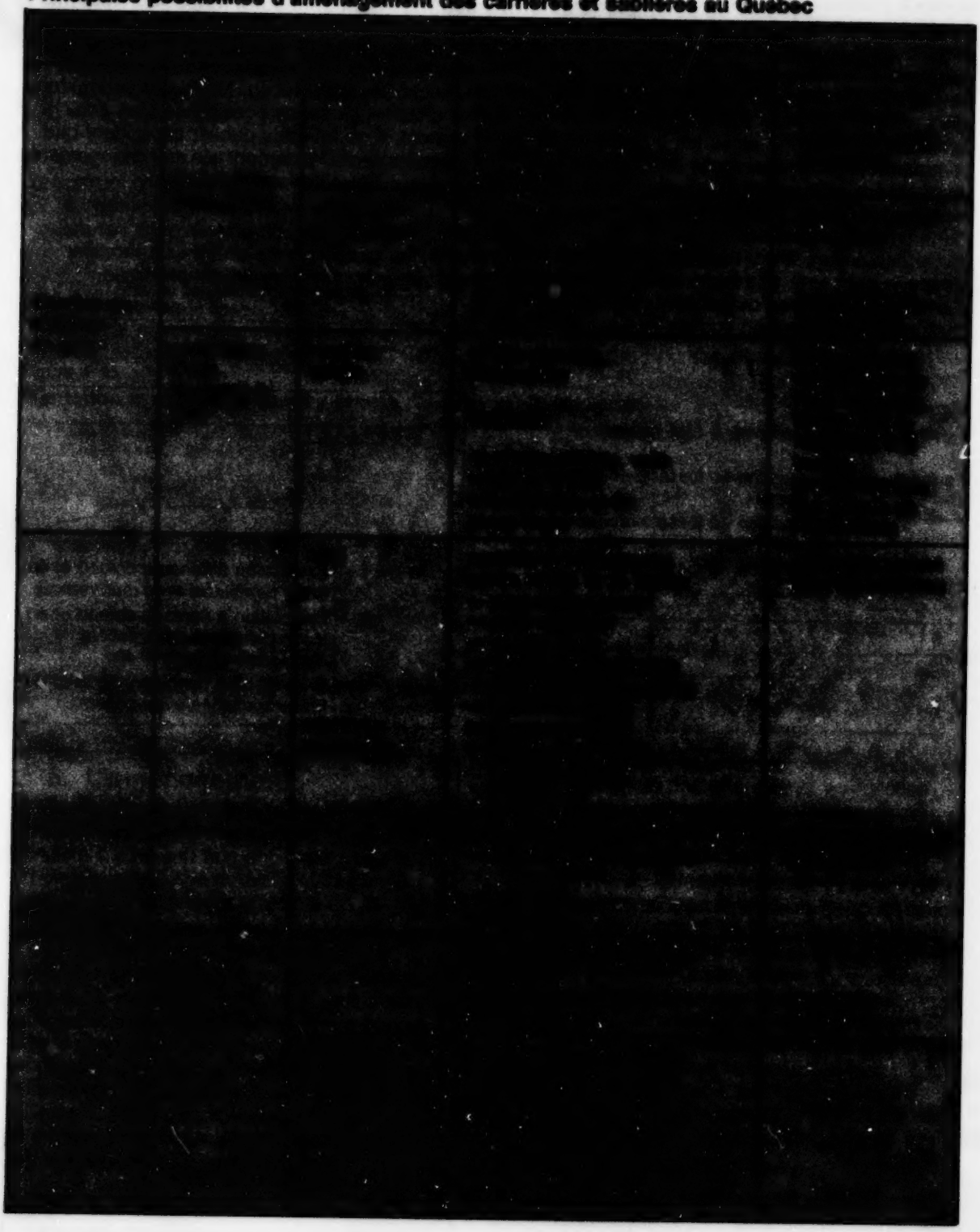


Tableau 5-1

Principales possibilités d'aménagement des carrières et sablières au Québec

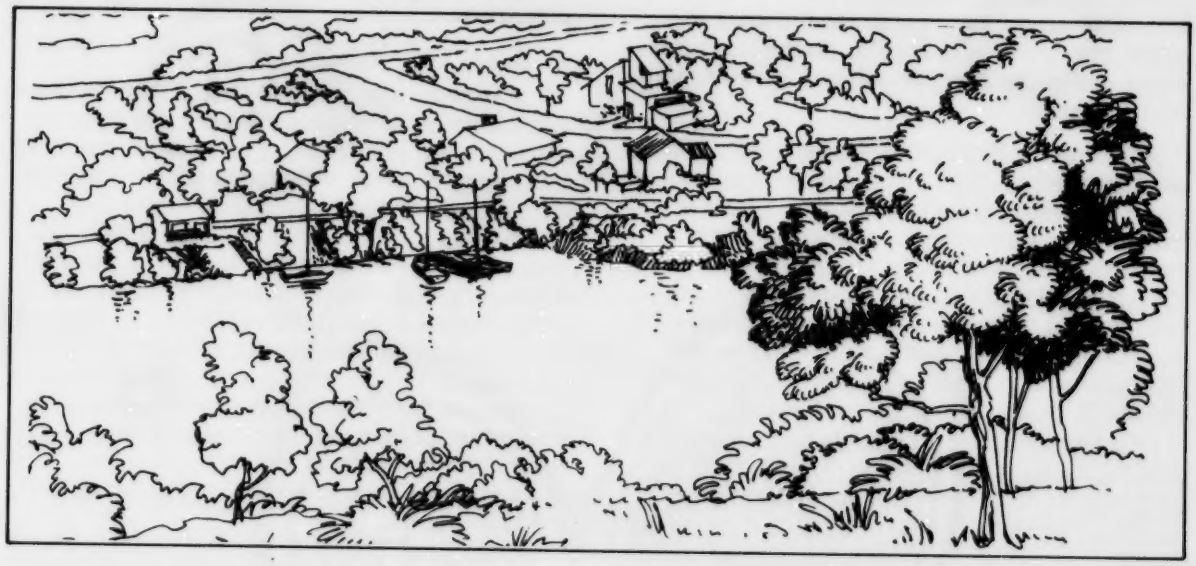


5.2 Aménagements résidentiels

Les possibilités de convertir une excavation et les terrains adjacents en secteurs résidentiels comportent des limites sérieuses.

La profondeur de l'excavation doit être faible et asséchée. Dans certains cas, la construction de maisons ou de tours à logements peut s'effectuer autour d'une excavation inondée, le bassin d'eau constituant alors un élément visuel de grande valeur.

Figure 5-2
Aménagement résidentiel avec plan d'eau

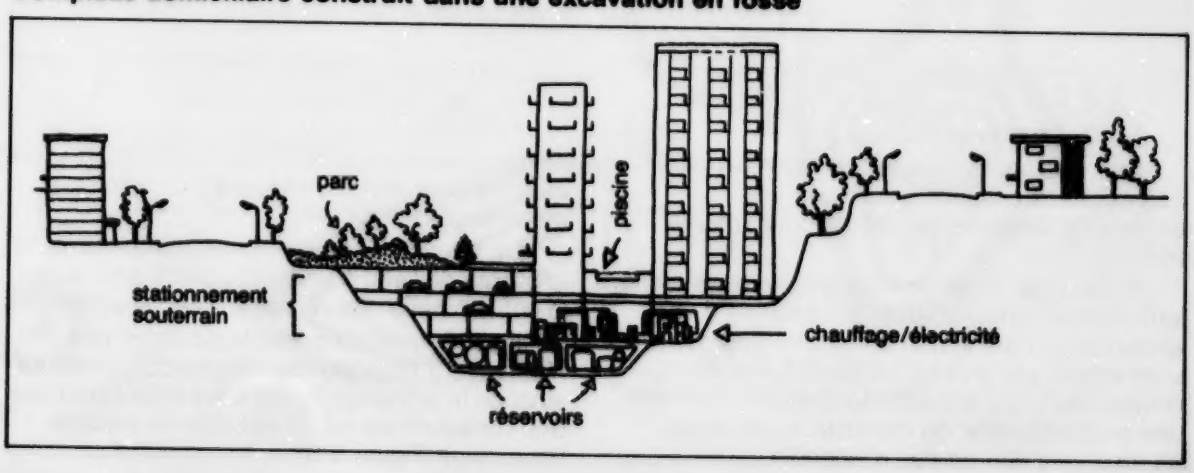


Il est souhaitable de réaliser ce genre de projet lorsque les espaces verts sont rares (centre-ville) ou qu'un projet est tout à fait compatible avec une excavation déjà existante.

En général les excavations pratiquées à flanc de colline (formes B et C) offrent de plus grandes possibilités dues à leur point de vue particulièrement intéressant (voir Figure 5-1, page 21).

Pour ce qui est des excavations en fosse (forme A), seuls les gros édifices peuvent utiliser l'excavation comme fondation, stationnement souterrain, réservoirs et autres fonctions en sous-sol (voir Figure 5-3). Il faut également tenir compte de l'ensoleillement, de l'accumulation de la neige, du vent, des pentes d'accès et de l'acoustique (réverbération du son).

Figure 5-3
Complexe domiciliaire construit dans une excavation en fosse



5.3 Aménagements industriels

De façon générale, la conversion d'une excavation en site industriel dépend surtout de sa localisation. Les industries, entrepôts et autres établissements industriels ont normalement tendance à s'installer près de leurs marchés et de leur main-d'oeuvre, donc en milieu urbain. Quoique ceci ne constitue pas une règle absolue, (taxes et coût du terrain plus élevés en ville) les industries qui désirent s'installer en dehors des zones urbaines choisiront des emplacements de surface pour éviter des coûts supplémentaires d'installation et d'opération.

Or, une carrière ou une sablière abandonnée en milieu urbain peut se révéler un excellent choix selon ses caractéristiques physiques et ses dimensions. Le facteur le plus important à considérer est lié à la topographie du plancher de l'excavation ou du lieu en général, puisque les camions ne peuvent gravir des pentes supérieures à huit degrés sans encourir des déboursés supplémentaires (temps, réparations, efficacité, poids du chargement limité).

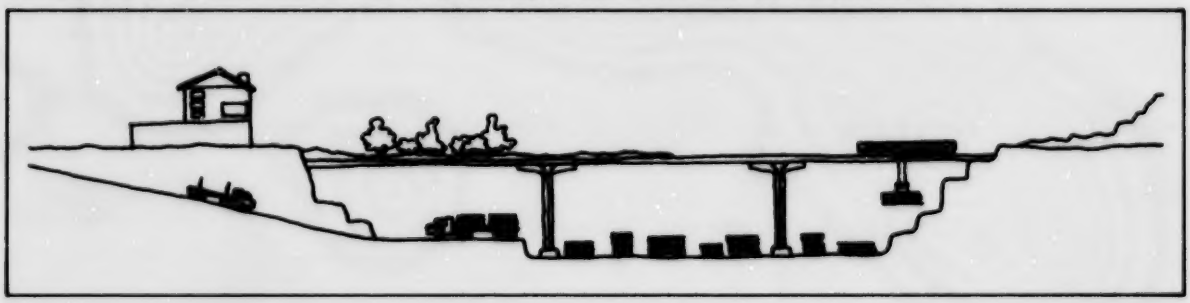
La Municipalité qui possède des excavations abandonnées sur son territoire, a le choix de proposer et de réaliser des aménagements isolés ou groupés. Ainsi, une petite excavation sera aménagée en fonction d'une seule entreprise occupant l'ensemble du lieu. Par contre, une plus grande excavation pourra faire partie de la zone industrielle de la municipalité et regrouper plusieurs entreprises.

Ainsi, la Municipalité gère l'ensemble du projet, partage les frais encourus avec les entreprises concernées et utilise un espace qui autrement, n'aurait aucune valeur esthétique en plus de représenter des dangers pour la population.

5.3.1 Les entrepôts

L'entreposage nécessite peu d'infrastructure et s'accommode relativement bien de toutes sortes de terrains (sable, gravier ou roc solide). Les seuls éléments recherchés sont la proximité d'un réseau routier majeur (inter-régional), des pentes nulles ou faibles (jusqu'à cinq degrés) et des surfaces de plancher suffisantes. Évidemment, l'excavation doit être sèche et ne présenter aucun risque d'inondation en cas de pluies exceptionnelles ou de panne d'équipement de pompage (s'il y a lieu). Toute une gamme de produits finis ou semi-finis peuvent être entreposés: produits chimiques (en respectant les normes minimales d'entreposage), minéraux en vrac, bois (voir Figure 5-4), métal et autres.

Figure 5-4
Utilisation d'une excavation comme entrepôt de matériaux de construction



5.3.2 Les réservoirs

Une des possibilités industrielles les plus intéressantes consiste à convertir une excavation en réservoir, même pour l'eau potable.

À Neuville, un groupe de propriétaires tirent leur eau de consommation quotidienne d'une ancienne carrière située en amont (approvisionnement par gravité). À Black-Lake, la compagnie Lac d'amiante du Québec a converti une ancienne mine de chromite à ciel ouvert en réserve d'eau en cas d'incendie.

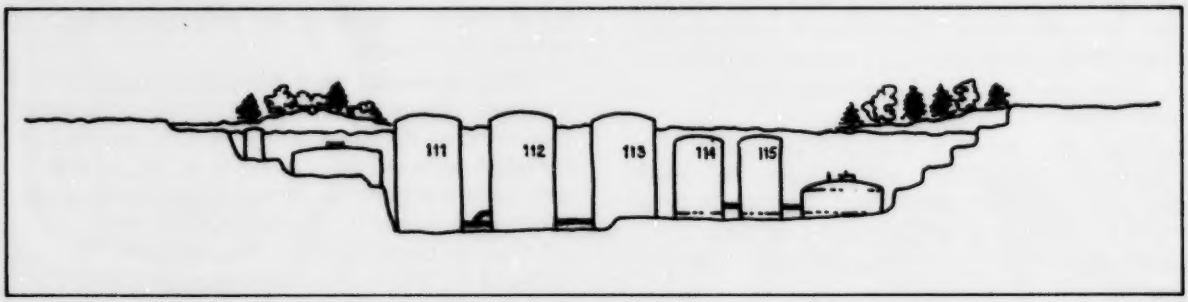
On peut aussi utiliser l'eau d'une excavation inondée pour refroidir certains procédés mécaniques.

Dans tous les cas, il est impératif de maintenir la qualité de l'eau à un niveau élevé pour éviter la contamination de la nappe d'eau souterraine.

Il est également possible de construire des réservoirs à l'intérieur de l'excavation, profitant ainsi de la topographie des lieux pour camoufler des constructions ou infrastructures inesthétiques (voir Figure 5-5).

Avant d'utiliser une excavation pour y placer des réservoirs, il faut s'assurer que les normes minimales d'entreposage correspondant au produit entreposé soient respectées. Il faut également prévoir des mesures d'urgence en cas de déversement accidentel pour éviter toute contamination du sol et de la nappe d'eau souterraine.

Figure 5-5
Réservoirs sous le niveau du sol



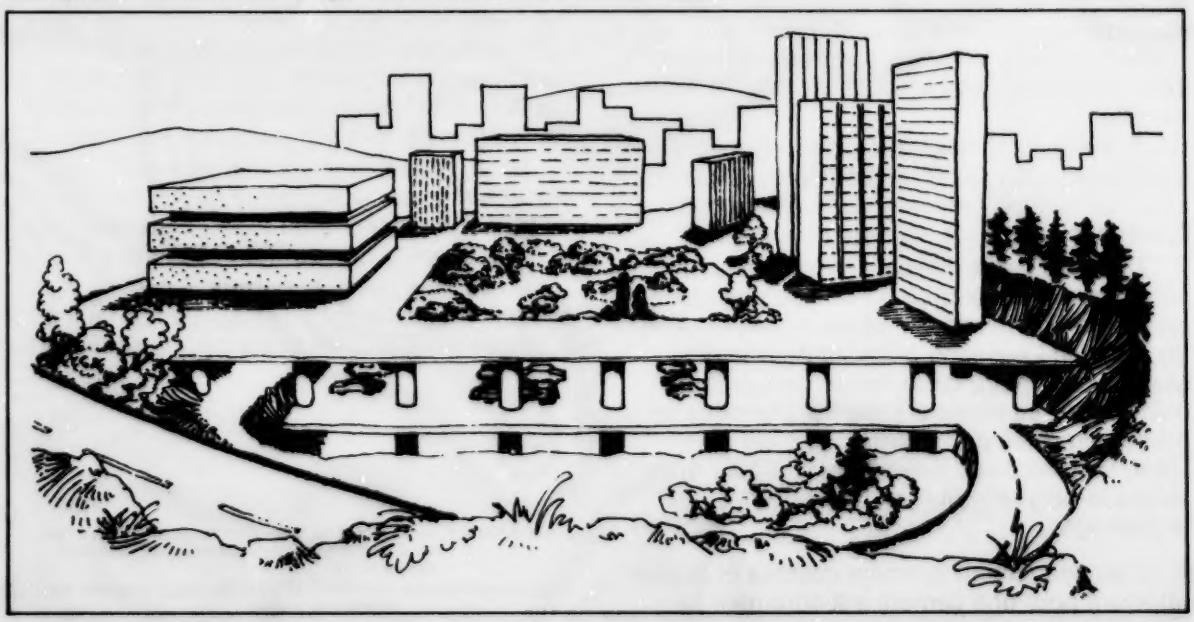
Il n'existe en réalité aucun obstacle insurmontable pour convertir une sablière ou une carrière en parc industriel. Des utilisations telles que laboratoires, centres de recherches, préparation de ciment et d'asphalte, etc. sont tout à fait compatibles avec ce genre de lieu.

5.4 Aménagements commerciaux

Tout comme pour les aménagements industriels de grande superficie, un centre commercial peut fort bien être réalisé dans une ancienne excavation. L'ingéniosité requise pour que ce genre d'aménagement corresponde à l'excavation sans que des coûts excessifs soient encourus, réside dans l'habileté de l'architecte et des ingénieurs à utiliser l'excavation existante comme fondations.

Les caractéristiques les plus recherchées pour l'aménagement d'une excavation en zone commerciale sont: que l'excavation soit localisée dans un environnement urbain, qu'elle soit sèche et de faible profondeur. La forme du trou peut varier considérablement sans présenter de véritables problèmes.

Figure 5-6
Complexe commercial érigé dans une ancienne carrière



5.5 Aménagements récréatifs

La très vaste gamme d'aménagements récréatifs, tant en milieu urbain que rural est sans doute la conversion qui présente le plus d'intérêt.

Il importe de déterminer si le lieu d'extraction possède des attraits physiques particuliers, car l'aménagement des lieux sera possible soit pour son panorama (ressource) ou en fonction des activités qu'on pourra y mener (utilisateur).

Il est intéressant de constater que les aménagements du type « ressource » sont presque tous situés à l'extérieur des villes. L'espace restreint des zones urbaines et le fait que ce genre d'aménagement soit relié directement à l'environnement naturel sont deux facteurs qui contribuent certainement à cet état de fait.

La fonction récréative cadre mieux avec un environnement urbain puisque les activités sont essentiellement liées à une forte densité d'utilisateurs (rentabilisation des équipements). Certaines fonctions récréatives telles que les parcs urbains, les piscines, les musées sont réalisées dans le centre-ville tandis que les parcs d'amusements, terrains de golf et jardins zoologiques, sont plus appropriés dans les banlieues. Finalement, certains espaces tels les champs de tir et les cinémas en plein air sont plutôt incompatibles aux secteurs fortement urbanisés.

5.5.1 Aménagements avec plan d'eau

La présence d'un plan d'eau est une caractéristique physique des carrières et sablières du Québec. Or, comme de nombreuses activités de détente et de plein air sont reliées à la présence d'eau, il devient intéressant d'utiliser cette ressource que l'on possède déjà et à peu de frais.

Des activités telles la baignade, la randonnée en chaloupe, en canot, en pédalo ou la pêche sportive, sont parfaitement compatibles avec l'aménagement d'une carrière ou sablière.

Déjà, plusieurs réalisations intéressantes sont connues du public: la Base de plein air de Sainte-Foy (ancienne sablière), le Domaine du camping Lausanne à Sainte-Agathe-des-Monts et le Centre de la nature de Laval où d'anciennes carrières ont été transformées en milieux propices aux activités de plein air. L'été, un plan d'eau permet d'y pratiquer entre autres la baignade et la pêche, et l'hiver, le patinage.

L'aménagement le moins coûteux et le plus attrayant pour une carrière est sûrement sa conversion en plan d'eau. Il faut cependant que la roche possède les propriétés requises pour maintenir et renouveler le bassin et les eaux, ce qui empêchera sa stagnation qui entraînerait *l'eutrophisation*[1].

Parmi la formation rocheuse laissant circuler les eaux souterraines et empêchant l'eutrophisation du plan d'eau, on note les roches sédimentaires tels les *calcaires*, les *dolomies* et les *schistes ardoisiers*.

Si la roche est imperméable, il faudra s'assurer que le plan d'eau projeté sera alimenté par un cours d'eau de bonne qualité, possédant un débit suffisant pour prévenir la stagnation des eaux pendant les périodes sèches de l'été (étiage); à moins d'y installer un système artificiel de circulation de l'eau, moyen très coûteux à l'achat et à l'entretien.

Le pH de l'eau peut être équilibré à l'aide d'additifs (chaux par exemple). On veillera néanmoins à agir prudemment en observant régulièrement l'évolution de la qualité de l'eau, ce qui évitera de mettre involontairement en circulation des ions indésirables ou des métaux toxiques.

Si l'activité retenue est la pêche sportive, plusieurs facteurs sont susceptibles d'entraîner des contraintes importantes. La taille du plan d'eau est le facteur le plus déterminant puisqu'une petite excavation présente des *conditions biotiques*[2] très rigoureuses. L'automne, le gel est précoce et l'hiver, l'épaisseur de la glace est souvent considérable. L'oxygénation est parfois nulle et l'eau ne circule pas. Durant l'été, la température y est souvent trop chaude et l'évaporation abaisse beaucoup le niveau de l'eau.

Les variations thermiques diurnes et nocturnes sont également de forte amplitude car la quantité d'eau n'est pas suffisante pour l'autorégulation des températures extrêmes.

Enfin, l'ensemencement d'espèces piscicoles devra tenir compte du pH de l'eau, de la qualité générale du milieu aquatique et de la quantité de nourriture disponible.

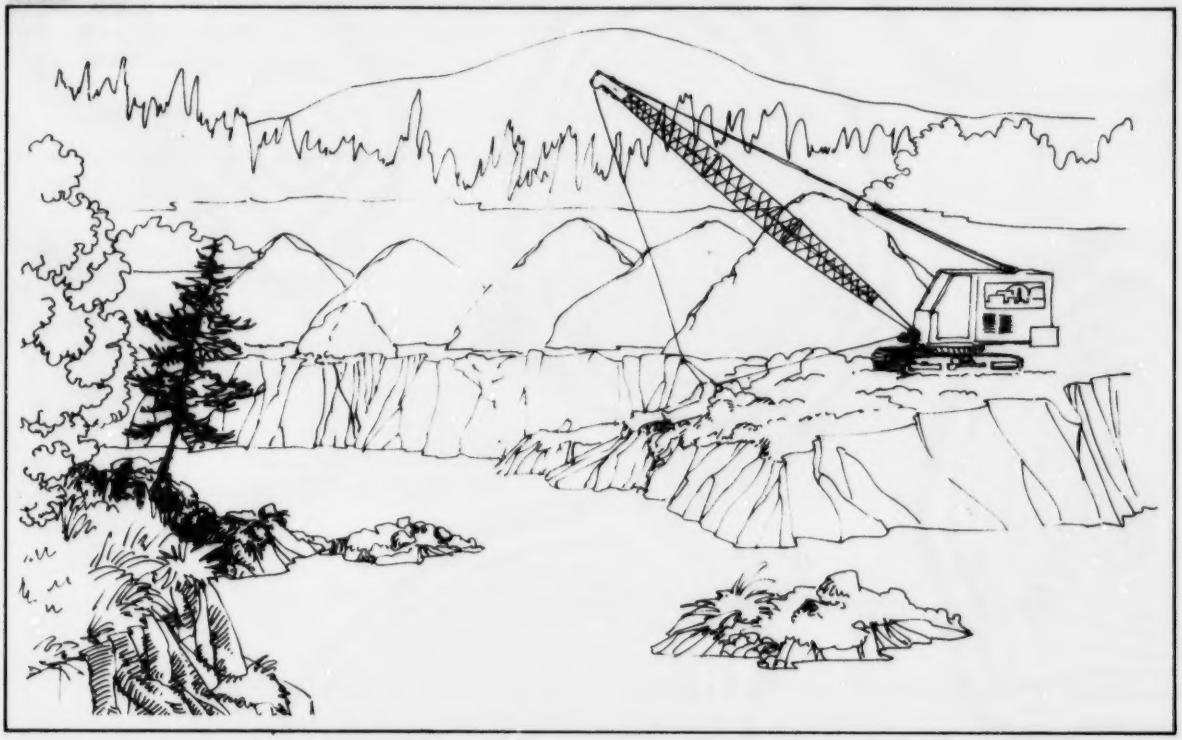
Lorsque le milieu le permet, il serait également souhaitable d'aménager certaines sablières inondées, en étang pour la sauvagine.

---

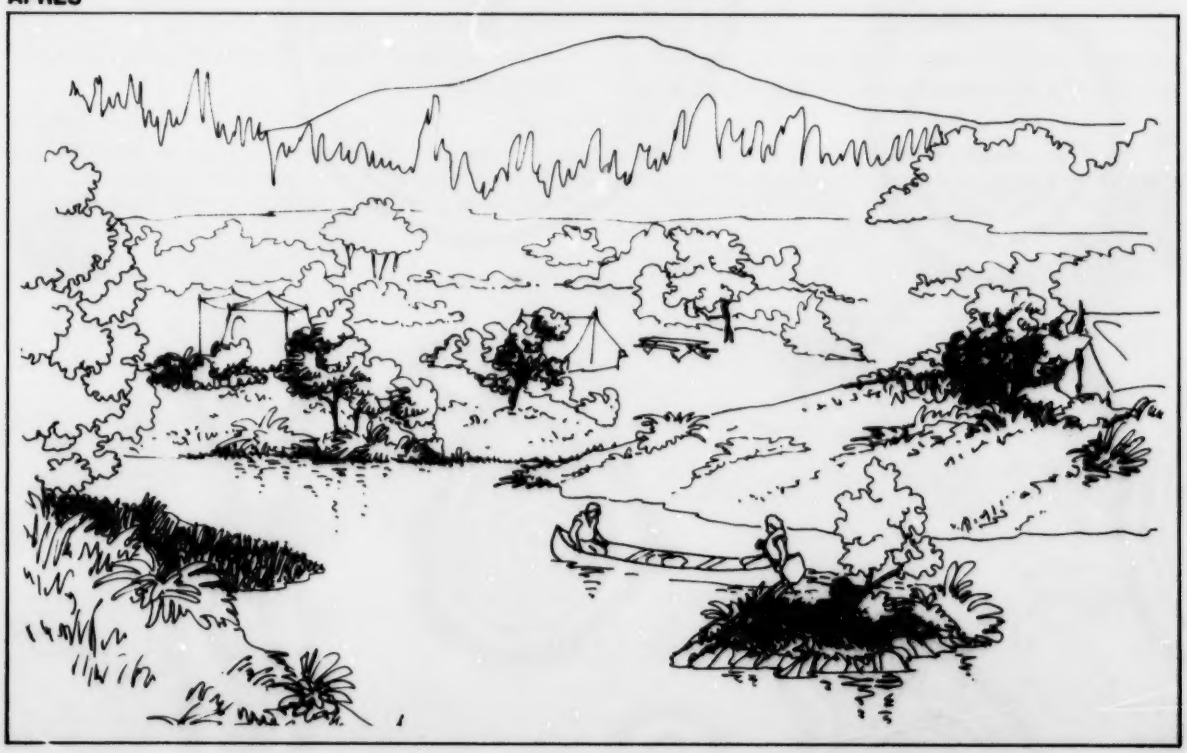
1. eutrophisation: accumulation de débris organiques putrescibles dans les eaux stagnantes provoquant la désoxygénation des eaux.
2. conditions biotiques: condition d'un milieu permettant la croissance végétale et animale.

Figure 5-7
Domaine du camping Lausanne

AVANT

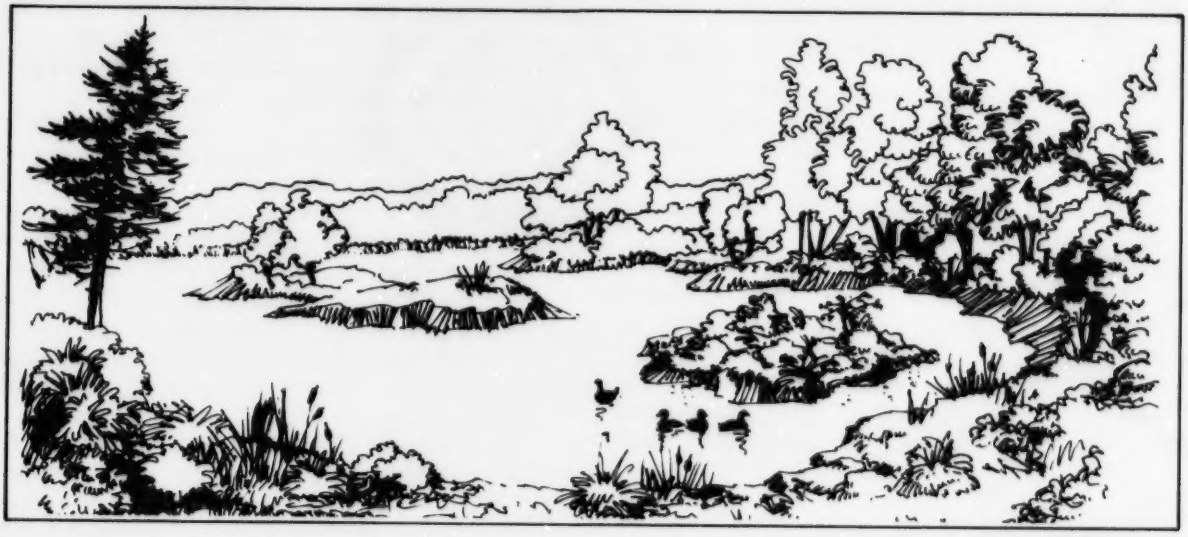


APRÈS



En plus de fournir un habitat aux canards et aux oies, il suscitera l'arrivée de plusieurs autres espèces d'oiseaux aquatiques, d'oiseaux chanteurs, de mammifères. Qu'ils y habitent en permanence ou ne fassent qu'y passer, l'homme profite de ces parcelles d'environnement de qualité, récupère des espaces qui, autrement, auraient été voués à la dégradation.

Figure 5-8
Étang pour sauvagine



5.5.2 Aménagements récréatifs divers

À Montréal et dans sa banlieue, une dizaine de lieux d'extraction ont été convertis en espaces récréatifs. On les a surtout transformés en espaces verts, espaces de détente et terrains de jeux. Dans tous les cas, les excavations étaient peu profondes et ont été partiellement remplies à l'aide de matériaux inertes. Le Centre de la nature de Laval (voir page couverture) est un excellent exemple de parc à fonctions multiples. On y retrouve un plan d'eau ensemencé, des serres et jardins communautaires, un théâtre, des installations sportives (ski de fond, raquette, pétanque, piscine), un village pour l'artisanat et des bâtiments pour animaux de ferme.

Figure 5-9
Carrière utilisée comme champ de tir à la carabine

La figure 5-10 illustre l'aménagement d'une excavation, en stade entouré de gradins. Les gradins sont fixés directement aux parois et entourent une piste de course et un terrain de football. Des courts de tennis et un stationnement de surface ont été aménagés dans le secteur est. La réduction du bruit et du vent que procure l'aménagement d'un stade dans un lieu semblable sont des atouts fort importants dans la réalisation d'équipements sportifs en milieu urbain.

Figure 5-10
Aménagement d'une excavation en stade entouré de gradins

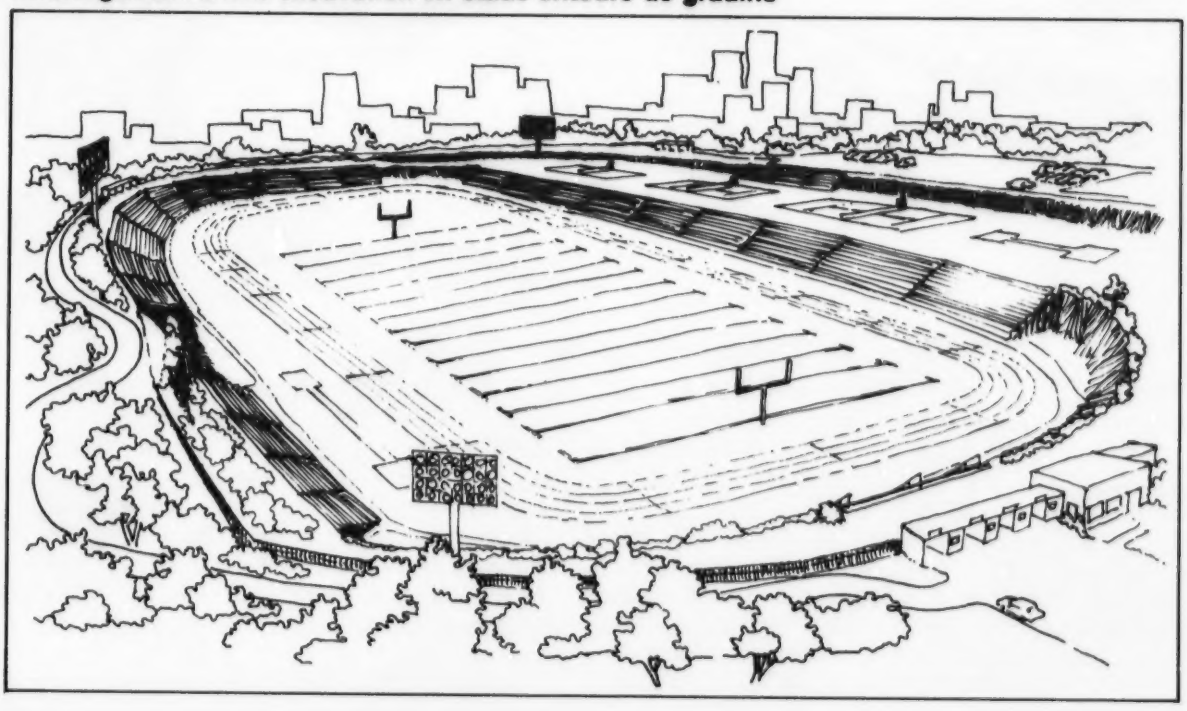


Tableau 5-2
Superficies et dimensions requises pour certaines activités sportives et récréatives

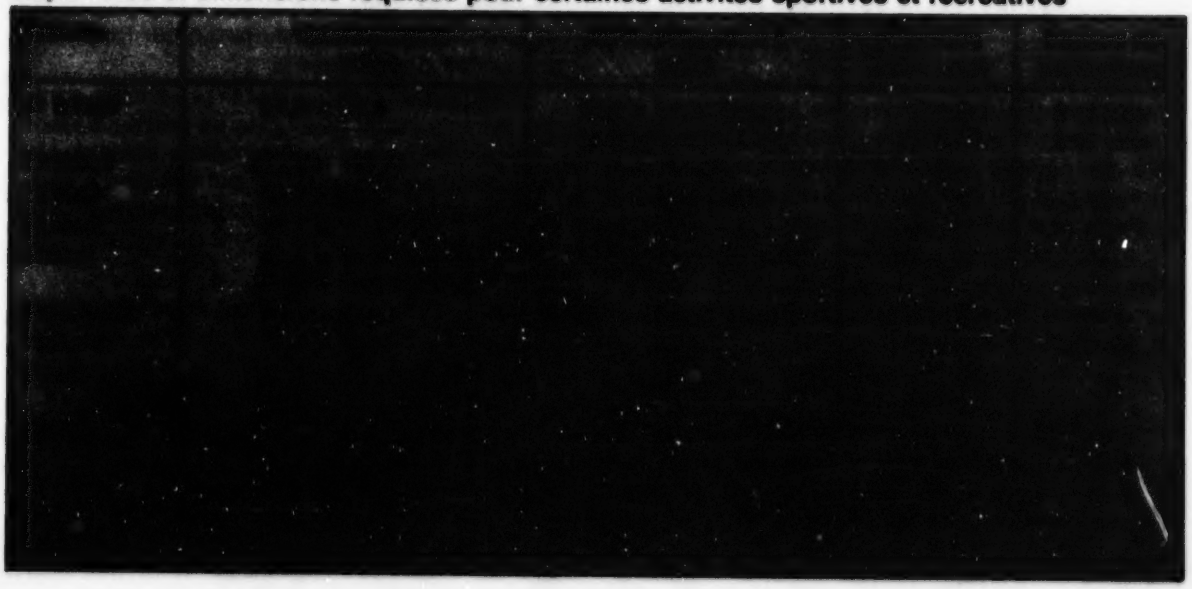
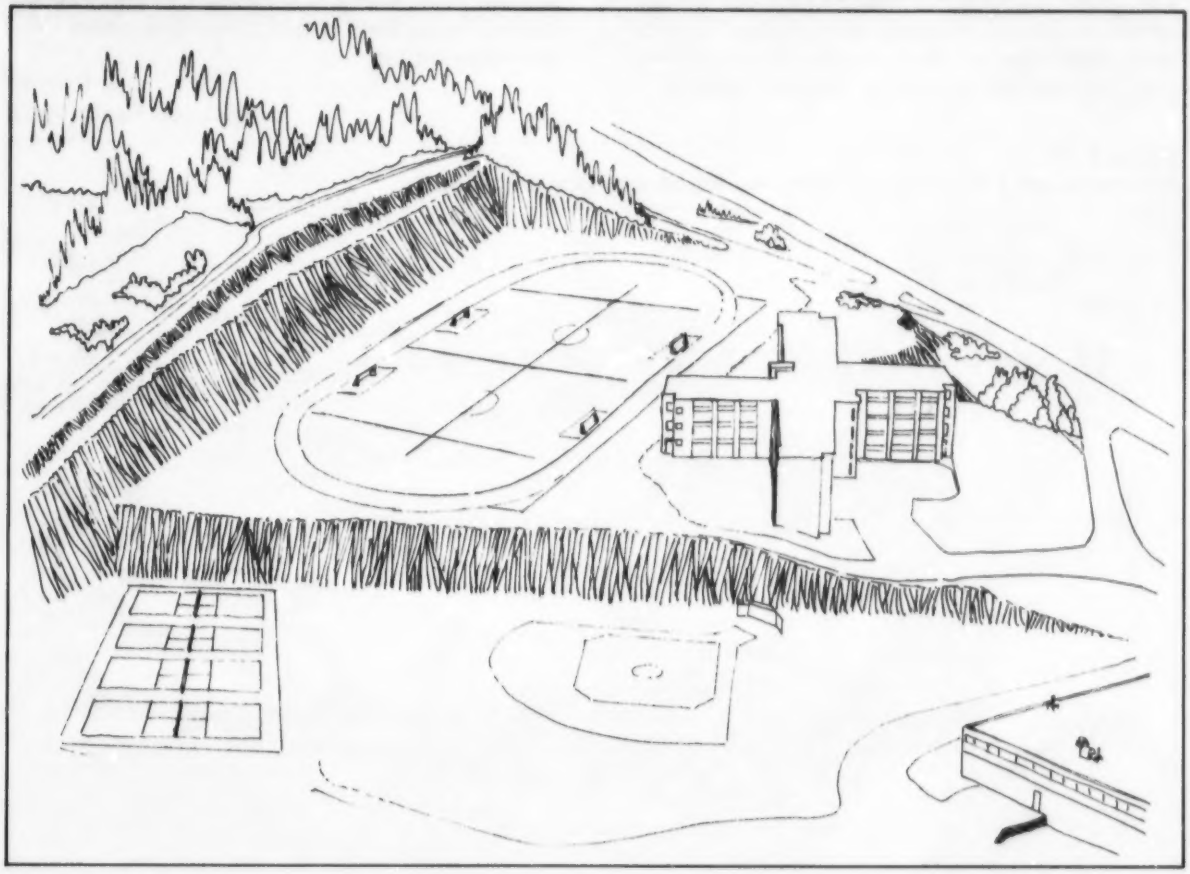


Figure 5-11
Polyvalente de Gaspé et espaces récréatifs érigés dans une ancienne carrière



5.6 Aménagements agricoles et forestiers

5.6.1 Aménagement agricole

La conversion d'une carrière ou d'une sablière en zone agricole comporte de nombreuses contraintes. Seules les excavations à sec, de forme A[1] et peu profondes peuvent être aménagées à des coûts raisonnables. L'aménagement des sablières offre de plus grandes possibilités que les carrières.

La possibilité de procéder à toutes les cultures que la région climatique permet, repose sur une topographie la plus plane possible, un drainage adéquat des couches supérieures et la reconstitution d'un sol riche.

5.6.2 Les jardins communautaires

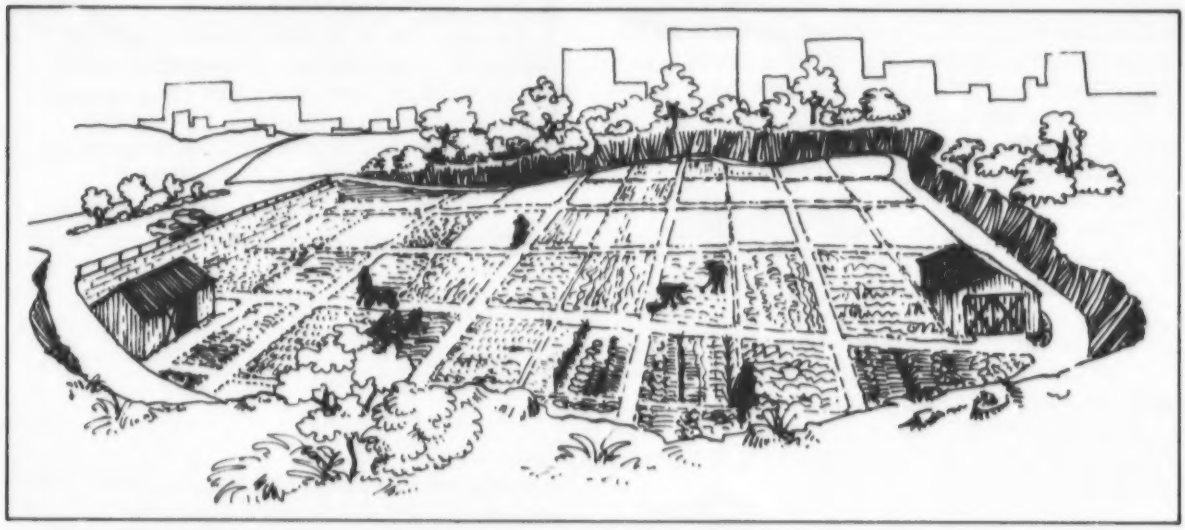
Aménager une ancienne carrière ou sablière pour des activités de cultures maraîchères représente une possibilité très séduisante, surtout en milieu urbain. Les jardins communautaires situés dans les villes sont beaucoup plus en demande que ceux des zones rurales en raison surtout de la proximité du jardin par rapport aux unités de logements.

Les jardins communautaires urbains sont des terrains plats, découpés en petites surfaces de cinq mètres par quatre mètres environ. Un système d'arrosage et d'égout est joint à l'ensemble. La terre utilisée par les locataires de ces espaces est partiellement ou entièrement transportée sur les lieux.

Les contraintes d'aménagement des espaces en jardins communautaires sont peu nombreuses. L'excavation doit être peu profonde (10 mètres maximum), sèche (sinon facile à drainer) et à l'abri du vent. Des barrières tels un talus, une rangée d'arbres ou de bâtiments de deux ou trois étages sont suffisants pour protéger le lieu du vent. La figure suivante illustre le concept général de conversion décrit.

1. voir Figure 5-1 à la page 48 et le Tableau 5-1, page 49.

Figure 5-12
Aménagement d'une excavation en jardins communautaires



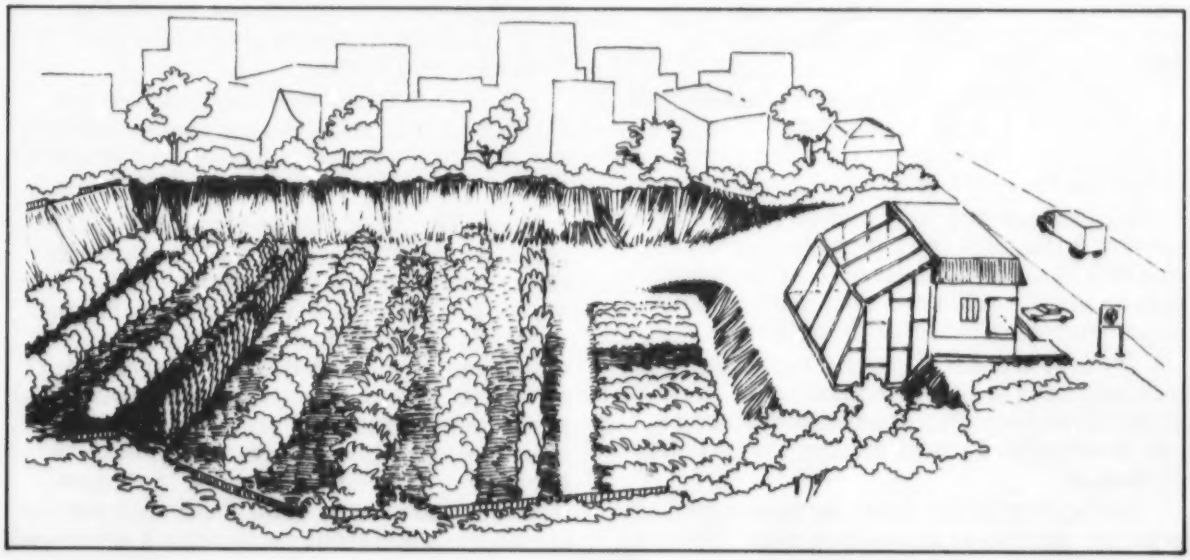
5.6.3 *Reboisement commercial et pépinières*

Certaines sablières se prêtent particulièrement bien à la plantation commerciale d'arbres et d'arbustes. Au Québec, certaines espèces de peupliers et de pins poussent très bien dans des milieux pauvres et peuvent coloniser rapidement d'anciennes aires d'extraction (voir chapitre 4).

Dans les cas des vergers et des vignobles, une superficie minimale de deux hectares est requise pour que les investissements soient rentables. Bien souvent, à cause des exigences particulières des espèces plantées, on devra transporter ou amender les sols pour rencontrer les conditions adéquates à la croissance et à la production des fruits.

La pépinière qui comprend un magasin, un entrepôt, une zone de culture et des laboratoires peut avantageusement s'intégrer à une excavation déjà existante. Généralement, le plan d'aménagement devra également tenir compte des caractéristiques physiques de l'excavation comme le démontre la figure suivante.

Figure 5-13
Aménagement d'une excavation en pépinière



La zone située au même niveau que la voie publique devra être réservée au public et au stationnement des voitures, afin d'éviter la circulation automobile sur la propriété. Les entrepôts (accessibles au public), l'administration et les laboratoires pourront être situés directement à l'arrière du bâtiment central (magasin). La zone profonde, dans laquelle on pratiquera la culture d'espèces arbustives, arborescentes ou encore la préparation de plants pour jardins ou fleurs de décoration, pourra être aménagée sans problème spécifique. Il est recommandé de garder une zone-tampon de 10 à 15 mètres le long des parois pour éviter les chutes de pierres. Le pompage de l'eau hors de l'excavation pourra être intégré au drainage et à l'arrosage nécessaires des plantes. Pour une pépinière, la profondeur est importante puisqu'elle influence directement l'ensoleillement des plantes.

5.7 Enfouissement sanitaire

L'élimination des déchets représente un problème. La récupération et le recyclage de plusieurs types de déchets (papier, verre, métaux . . .) constituent des façons rationnelles d'en éliminer une partie. Cependant, même après avoir procédé à la récupération et au recyclage, une certaine quantité de déchets doivent être éliminés. On peut alors utiliser une excavation désaffectée pour leur enfouissement sanitaire.

Cette opération doit cependant se faire avec précaution pour éviter toute pollution ou dégradation de l'environnement. Il faut choisir une excavation où la roche-mère n'est pas fracturée, car les substances enfouies entreraient en contact avec les eaux souterraines susceptibles de circuler dans le réseau de fractures.

Les sablières et gravières sont généralement peu recommandables pour y enfouir des déchets étant donné la grosseur des particules qui laissent passer l'eau.

La grosseur des particules du matériau servant à recouvrir chaque cellule journalière doit être la plus fine possible. Il est bien connu que les argiles et les silts sont relativement imperméables et retiennent les effluents.

On évitera aussi les lieux d'extraction localisés dans la zone d'inondation de cours d'eau et les endroits d'approvisionnement en eau souterraine à cause des risques de contamination.

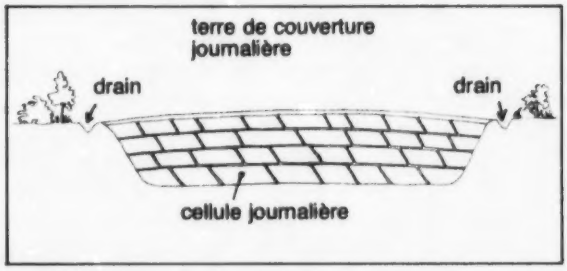
De façon générale, il faut éviter tout contact entre les déchets et les nappes d'eau. On doit veiller à ce que l'infiltration des eaux de pluie ou de drainage soient canalisées à l'extérieur du lieu d'enfouissement sanitaire.

La figure 5-14 montre comment un lieu d'élimination des déchets domestiques peut être exploité en établissant des cellules avec des matériaux imperméables. Le lieu est finalement recouvert d'un minimum de 60 cm de sol argileux et remis en végétation.

Pour veiller à la protection de l'environnement, le propriétaire qui désire réaliser un tel projet doit non seulement se conformer à la réglementation concernant les carrières et sablières (R.R.Q., 1981, chap. Q-2, r.2) mais également à la réglementation relative aux déchets solides (R.R.Q., 1981, chap. Q-2, r.2).

Figure 5-14

Vue d'ensemble d'un lieu d'extraction servant à l'enfouissement sanitaire de déchets. Chaque rectangle représente une cellule journalière.



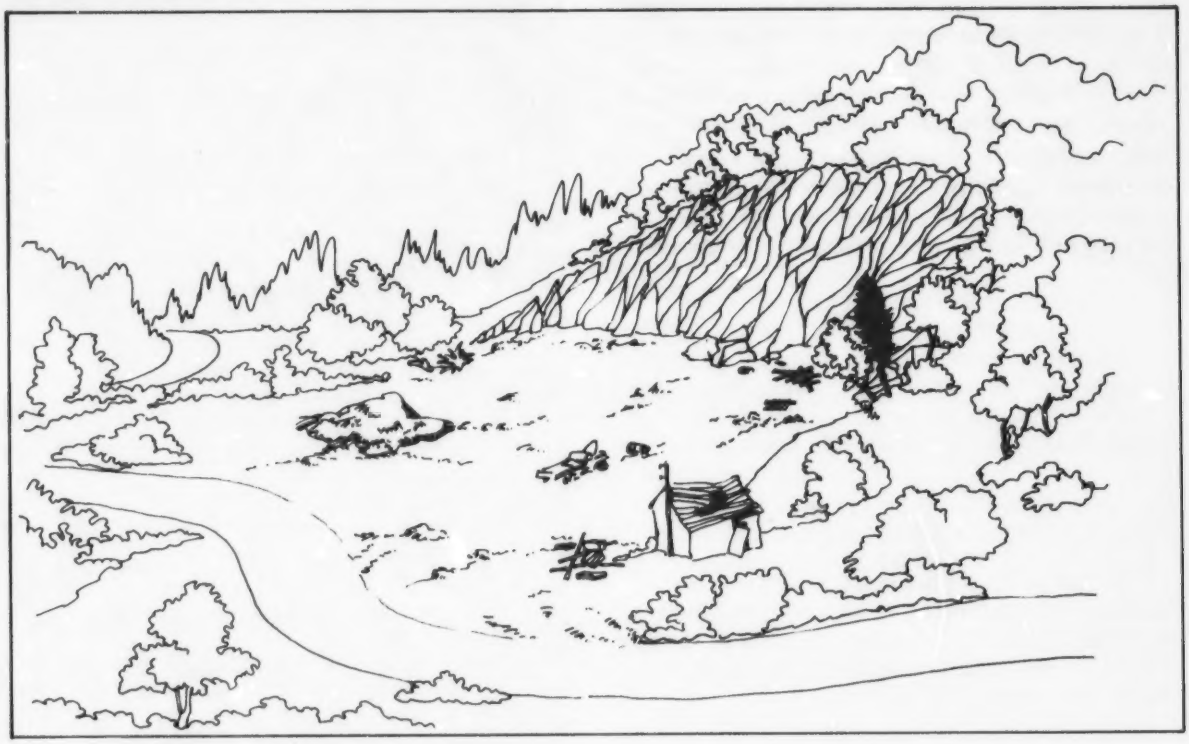
5.8 Autres possibilités

Bien que ce guide suggère de nombreuses façons d'utiliser d'anciennes carrières et sablières, il n'en reste pas moins que l'imagination de l'homme et les besoins spécifiques du milieu augmentent les possibilités de réalisation de projets.

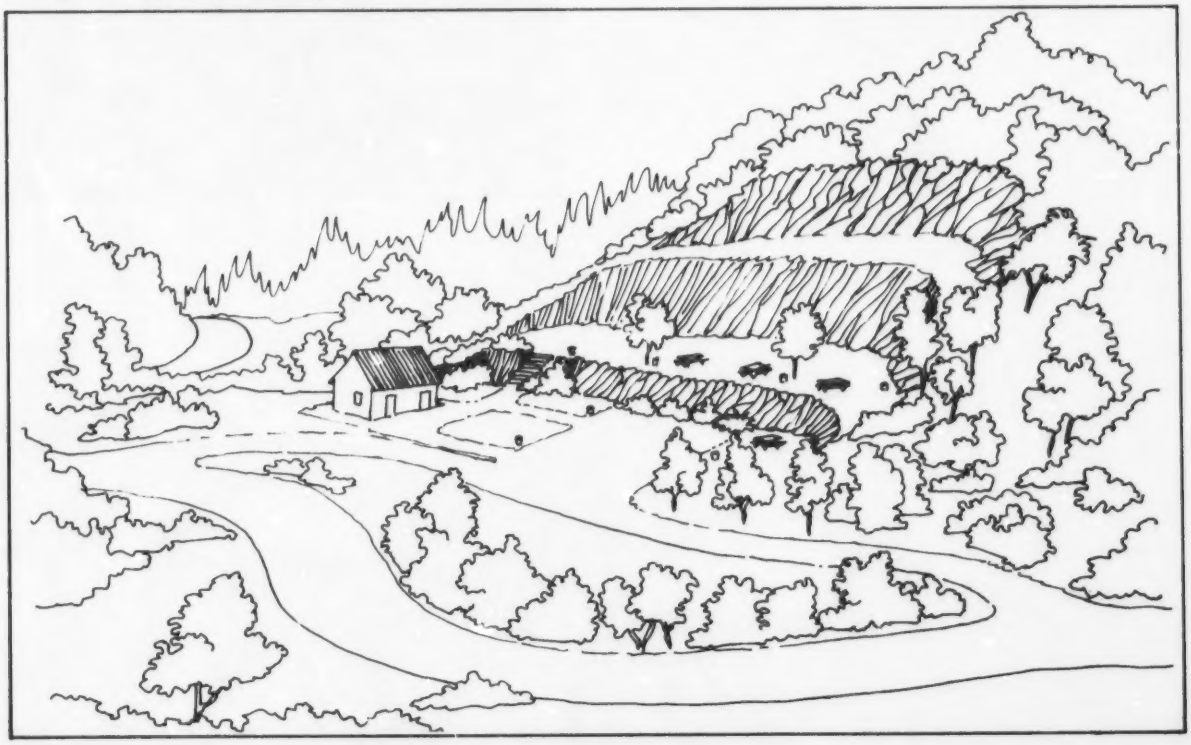
Ainsi, l'aménagement d'une carrière ou sablière en halte routière avec centre de service aux abords d'une voie publique, peut répondre à certains besoins de la collectivité.

Certaines municipalités sont aux prises avec plus d'un lieu à réhabiliter, d'où la nécessité de concevoir un plan régional, de concert avec les exploitants actuels et les propriétaires des excavations abandonnées. Il importe de déterminer la vocation de chaque excavation en fonction de ses caractéristiques (dimensions, profondeur, localisation, présence d'eau, valeur panoramique ou scientifique, etc.), de coordonner la réhabilitation avec le schéma directeur d'urbanisme et de choisir, cas par cas, la nouvelle fonction des excavations à réhabiliter.

Figure 5-15
Sablière abandonnée



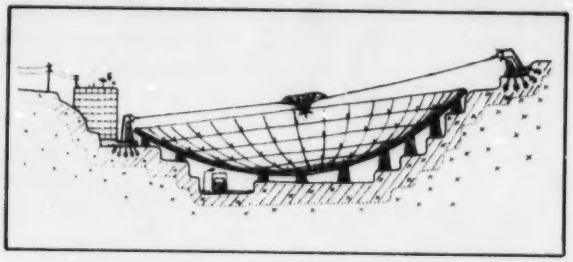
Le même espace aménagé en halte routière



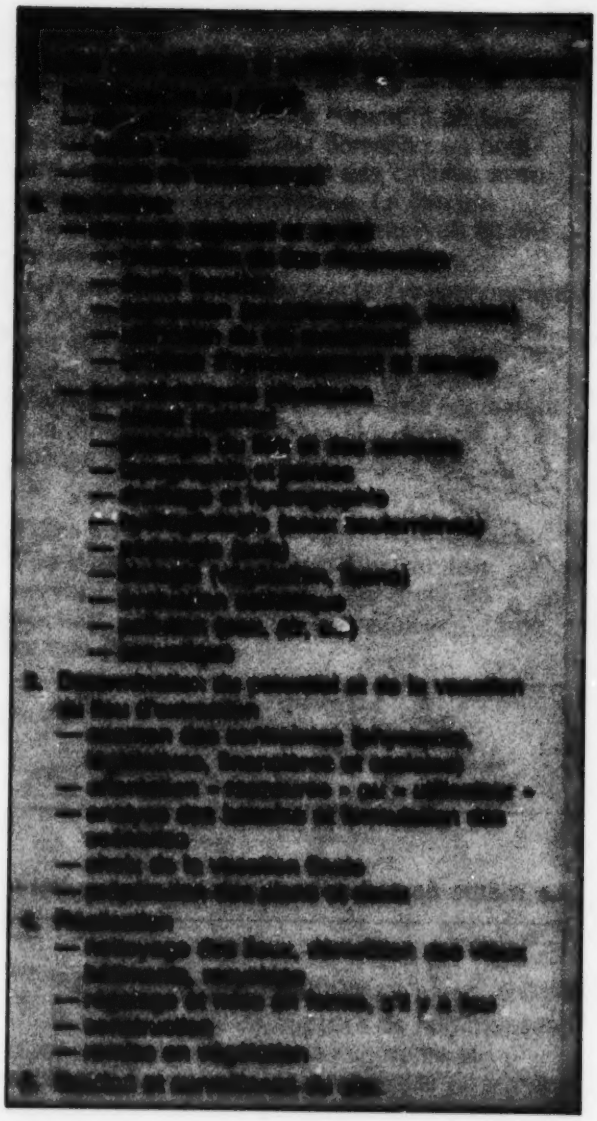
Cette procédure permettra d'économiser des sommes considérables, d'éviter des disputes entre les personnes concernées et d'envisager avec optimisme la remise en état de l'environnement.

Figure 5-16

Érection d'un radiotélescope dans une ancienne carrière. La limite d'utilisation d'un espace qu'on considérait perdu à tout jamais est liée à l'imagination de l'homme.



En guise de rappel et de synthèse, le tableau 5-3 dresse l'ordre des étapes à suivre en aménagement. Le respect de cette procédure permettra de conduire votre projet de réhabilitation vers un succès assuré.



6. Conclusion

L'industrie d'extraction du sable et de la pierre provenant du sol et du sous-sol se doit de réhabiliter les lieux d'exploitation; c'est un devoir auquel elle doit s'engager pour conserver le privilège que la société lui confère d'extraire une ressource naturelle de son territoire.

Tous réalisent maintenant que l'extraction de matières premières est une activité passagère qui doit s'intégrer dans un processus plus global de gestion des ressources et de protection de l'environnement.

Un immense rattrapage est requis puisqu'au-delà de 10 000 carrières et sablières détériorent la qualité du territoire québécois. Ces lieux doivent faire l'objet de travaux de nettoyage, de régalage et de remise en végétation afin que l'on puisse réemployer des espaces que l'on croyait perdus.

Nous espérons que ce guide vous sera utile et qu'il vous encouragera à réaliser des projets de réhabilitation au Québec.

Bibliographie

CANADA, ministère de l'Agriculture. *Zones de rusticité pour les plantes au Canada*, 1977.

Association des propriétaires de Saint-Bruno-de-Montarville inc. *Commission d'étude sur le réaménagement de la carrière Mont-Bruno*, financé par le ministère fédéral de la Main-d'oeuvre, 1972, 178 pages.

BOIVIN, D.J. « *Reclamation And Use Of Open Pits* », dans CIP ForumICU, décembre 1982, pp. 4 et 5.

BOIVIN, D.J. *La restauration et le réaménagement des mines et carrières abandonnées au Québec méridional*, thèse de maîtrise, Programme en aménagement du territoire et développement régional, université Laval, 1981, 227 pages et annexes.

BOIVIN, D.J. « *Analyse de la législation actuelle au Québec en matière de restauration et de réaménagement de mines et carrières abandonnées* », dans Cahiers de géographie du Québec, volume 25, numéro 65, septembre 1981, pp. 269-282.

COATES, W.E. et SCOTT, O.R. *A Study of Pit And Quarry Rehabilitation In Southern Ontario, Ontario geological survey, Miscellaneous paper 83, Ministry of Natural Resources, Ontario, 1979, 67 pages.*

Dessau Environnement ltée. Carré Laval-Étude d'environnement, R-5513-2 (préliminaire), novembre 1976, 37 pages.

QUÉBEC (Province) Services de protection de l'environnement, Service des communications. *La réhabilitation des carrières et sablières — ça vaut le coup d'oeil*, mai 1979, 16 pages.

HOSIE, R.C. *Arbres indigènes du Canada*, éditeur Fides, 1978, 7e édition, 389 pages.

QUÉBEC (Province) ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. L'inventaire: *Arbres et arbustes ornementaux pour le Québec*, juin 1980, 288 pages.

QUÉBEC (Province) ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de l'aménagement des terres. *Les arbres indigènes du Québec et le reboisement en milieu naturel à des fins récréatives*, juin 1980, 81 pages.

ONTARIO (Province) Ministry of Natural Resources. *Vegetation For The Rehabilitation Of Pits And Quarries*, Forest management branch, 1975, 38 pages.

PICKELS, George. *Realizing The Recreation Potential Of Sand And Gravel Sites*, Department of Landscape Architecture University of Illinois, Urbana, Illinois, National Sand and Gravel Association, 1970, 75 pages.

VILLE DE LAVAL. *Le carré Laval — une carrière à aménager*, coordonné par l'Union foncière générale inc., mai 1979, 46 pages.

Ministère de l'Environnement du Québec
Direction des communications et de l'éducation
Service de l'éducation
2360, chemin Sainte-Foy
2e étage
Sainte-Foy, Qué.
G1V 4H2 (418) 643-6071

5199, rue Sherbrooke Est
Bureau 3860
Montréal, Qué.
H1T 3X9 (514) 873-3219

Ce document est disponible aux adresses suivantes:

Direction régionale du
Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie
et des Îles-de-la-Madeleine
337, rue Moreault
Rimouski, Qué.
G5L 1P4 (418) 722-3511

Direction régionale du
Saguenay et du Lac-Saint-Jean
3950, boulevard Harvey
2e étage
Jonquière, Qué.
G7X 8L6 (418) 542-3565

Direction régionale de Québec
917, avenue Monseigneur-Grandin
Sainte-Foy, Qué.
G1V 3X8 (418) 643-7677

Direction régionale de la
Mauricie et des Bois-Francs
100, rue Laviolette
Trois-Rivières, Qué.
G9A 5S9 (819) 373-7341

Direction régionale de l'Estrie
209, rue Belvédère Nord
Sherbrooke, Qué.
J1H 4A7 (819) 566-5882

Direction régionale de Montréal
5199, rue Sherbrooke Est
Bureau 3860
Montréal, Qué.
H1T 3X9 (514) 253-3333

Direction régionale de l'Outaouais
170, rue Hôtel-de-Ville
8e étage
Hull, Qué.
J8X 4C2
(819) 770-0004

Direction régionale de l'Abitibi
et du Témiscamingue
180, boulevard Rideau
2e étage
Noranda, Qué.
J9X 1N9 (819) 762-6551

Direction régionale de la Côte-Nord
818, boulevard Laure
1er étage
Sept-Îles, Qué.
G4R 1Y8 (418) 962-3378

Direction régionale du Nouveau-Québec
Case postale 390
Radisson, Qué.
J0Y 2X0 (0) 638-8495